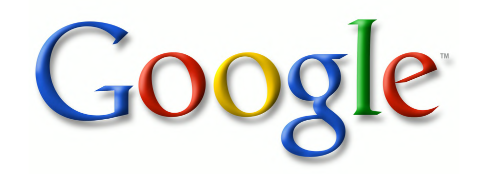
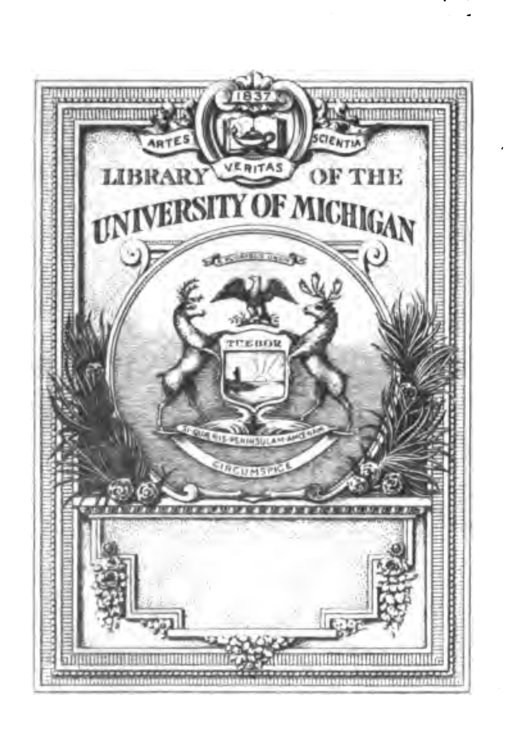





1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

Die wichtigsten

Lehren der Physik

historisch bearbeitet

von

Friedrich Murhard.

Erster Band.

Mit zwey Kupfertafeln.

Göttingen,
bey Johann Georg Rosenbusch's Wittwe.
1799.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Geschichte

der

Physik

seit dem Wiederaufleben der Wissenschaften bis an das Ende des achtzehnten Jahrhunderts

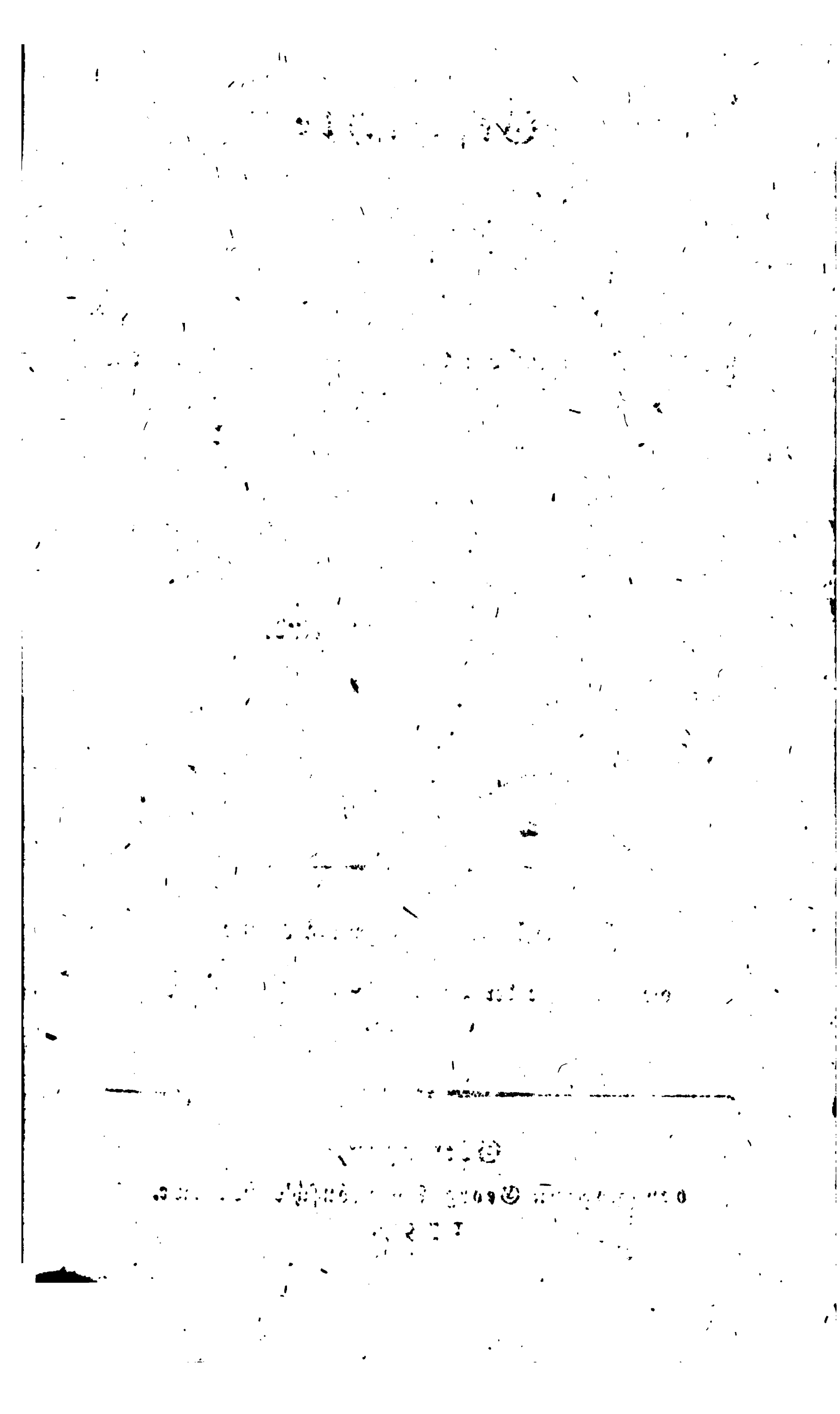
von

Friedrich Murhard.

Des ersten Bandes zweyte Hälfte

die Geschichte der Barometrie und Hygrometrie enthaltend.

Göttingen,
bey Johann Georg Rosenbusch's Wittwe.
1799.



Nachricht.

Durch ein Misverständniß hat die erste Hälfte dieses Buchs den Haupttitel erhalten, unter welchem sie in der Ostermesse 1798 ausgegeben worden. Die Verlagshandlung hofte von dem Herrn Verfasser, der seit geraumer Zeit auf einer gelehrten Reise ist, eine Vorrede zu erhalten, welche über die Bestimmung seines Werks und dessen richtigeren Titel das Nöthige beybringen würde, und hat daher die schon seit mehr als einem Jahr abgedruckten Bogen der zweyten Hälfte bisher nicht ausgegeben. Sie glaubt aber dieselben bey der häufigen Nachfrage nach der Fortsetzung dieses Werks nicht länger zurückhalten zu dürfen, und sieht sich deshalb veranlaßt, die ihr noch abgehende Vorrede des Herrn Verfassers für

den zweyten Theil zu versparen. Den richtigern allgemeinen Titel, welcher dieser zweyten Hälfte beygefügt ist, bittet man an die Stelle des Haupttitels, der mit der ersten ausgegeben worden, binden zu lassen. Göttingen den 6. Sept. 1799.

Rosenbuschische Buchhandlung.

Dritter

Dritter Abschnitt.

Geschichte der Versuche Höhenmessungen mit dem Barometer anzustellen.

Pascal, auf den wir allezeit zurückkommen, wenn wir in der Geschichte der Barometrie den Ursprung von Etwas entdecken wollen, war wohl auch der erste, der den Gedanken bekam, das Barometer bey Höhenmessungen anzuwenden. Dies ist um so merkwürdiger, da ihn hierauf nicht etwa ein blosser Zufall sondern reifliches Nachdenken und bloß die Anwendung richtiger Grundsätze brachte.

Er bat, da er seinen Entwurf nicht selbst auszuführen im Stande war, seinen Freund Beal, Versuche hierüber anzustellen und sich mit einem Barometer auf hohe Berge zu begeben, um zu untersuchen, wie viel das Barometer da tiefer als auf der Oberfläche des Erdbodens stehen würde. Die Erfahrung bestätigte ganz Pascals Schlüsse, und von der Zeit an fieng man an, das Barometer als ein Instrument anzusehen, mit dem man die Erhabenheit des einen Orts über dem andern zu bestimmen im Stande sey.

Pascal selbst ging noch weiter, er hielt das Barometer von nun an auch für ein Mittel zu erfahren, ob zwey Oerter in einerley Horizontalebne, d. i. in glei-

gleichen Entfernungen vom Mittelpunkte der Erde lägen oder welcher davon der entferneteste sey, sie möchten auch so weit als sie wollten, von einander liegen, oder gar auf der Erdkugel einander gegenüberstehen, welches man durch keinen andern Weg ausrichten könnte [a]).

Wie weit sich aber auch seine Hoffnung erstreckte und was er sich theils von dem Umfange dieses Gebrauchs der Barometer, theils von seiner Leichtigkeit versprach; so kannte er doch schon ebenfalls eine von den Schwierigkeiten, die sich nachher gezeigt haben, nämlich die Fähigkeit der Luft sich zusammendrücken zu lassen. Er vergleicht sie in dieser Hinsicht mit einem Haufen von Wolle, dessen untere Theile mehr als die obern zusammengedrückt würden [b]). Von dieser Eigenschaft der Luft spricht er nicht als von einer Muthmassung, sondern nachdem er alle Folgen erzählt hat, die aus der Wahrheit seines Satzes fliessen würden, sagt er, daß, wenn man einen Ballon, der nur halb aufgeblasen und noch schlapp ist, einen Berg von 500 Toisen Höhe hinauf ziehet, er sich während des Aufsteigens von selbst aufblasen wird; oben wird er alsdann ganz voll und strozend seyn, als wenn man ihn mit frischer Luft gefüllt hätte. Wenn man ihn aber herunterläßt, wird er nach und nach zusammenfallen und ganz unten sich wieder in seinem ersten Zustande befinden.

Die ganze in der Note angezeigte Schrift Pascals ist voll solcher neuen Gedanken; nur Schade, daß er sobald das Studium der Natur verließ.

Der

a) Traité de l'équilibre des liqueurs & de la pesanteur de la masse de l'air par M. *Pascal* (Paris 1698.) p. 189.

b) Ibid. p. 49.

Der Ruf von Pascals Versuchen über den Druck der Luft hatte sich kaum in Europa ausgebreitet, als sie die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich zogen, und diese dadurch ermuntert wurden, die Sätze selbst von neuem zu untersuchen und Folgerungen daraus zu ziehen.

Aus dem Satze, daß das Quecksilber im Barometer durch den Druck einer Luftsäule erhalten wird, die sich bis an das Ende der Atmosphäre erstreckt und mit dem Quecksilber einerley Grundfläche hat, zog man anfänglich die Folge, daß die Verhältniß der eigenthümlichen Schweren der Luft und des Quecksilbers umgekehrt die Verhältniß der Höhen beyder Säulen gebe. Man verglich deswegen die eigenthümlichen Schweren der Luft und des Wassers und des Quecksilbers, und bestimmte die Abnahme des Drucks in so fern, als man damals die Beschaffenheit der Luft kannte. Aber die Schlüsse, die man daraus auf die ganze Höhe der Luft zog, waren noch zu unreif. Noch kannte man die Schnellkraft der Luft nicht, dadurch die untere von dem Gewichte der obern dichter gemacht wird. Man sah sie noch als einen an allen Orten gleich dichten flüssigen Körper an, und aus dieser Betrachtung war ganz natürlich anzunehmen, daß das Quecksilber bey gleicher Zunahme der Höhe gleich viel falle.

Perrier, der hierüber auf dem Puy de Dome Versuche anstellte, würde die Falschheit dieses Satzes gewiß bald genug entdeckt haben, hätte er sie nur weiter fortgesetzt; und der geringste Zweifel an der Richtigkeit desselben würde diese Fortsetzung nothwendig gemacht haben. Allein diesen Zweifel konnte man damals weder vermuthen noch fordern; Pascaln gereicht es immer zur Ehre, wenigstens den zweyten Schritt gethan zu haben.

Die Ehre dieser wichtigen Entdeckung war Otto von Guericke vorbehalten. Der Begriff des luftleeren Raumes über das Quecksilber in der Torricellischen Röhre brachte ihn auf den Einfall, einen luftleeren Raum oben in einem mit Wasser gefüllten Fasse durch blosses Auspumpen des Wassers zu erhalten. Allein die äussere Luft drang durch das Holz. Er schloß das Faß in ein grösseres ein, und füllte auch dieses mit Wasser an, um der äussern Luft den Zugang zu verwehren. Hier aber drang das Wasser durch das Holz. Bisher glaubte er, die Luft müsse vermittelst des Wassers oder einer andern flüssigen Materie ausgeleert werden. Allein er sah bald, daß sie sich allein ausleeren liesse. Doch vermuthete er noch, daß es durch das blosse Gewicht geschehe, mit welchem sie druckte. Er brachte daher die Pumpe ordentlich unten an dem Gefässe an, damit die Luft ungefähr eben so wie das Wasser darein herabfliessen könnte. Diese Meinung, welche er nicht anders haben konnte, fiel von selbst weg, als er bedachte, daß die Luft sich durch die Wärme ausdehnte und er selbst Mittel fand sie zusammen zu pressen. Hieraus setzte er seine Begriffe von der Schnellkraft der Luft fest, bestätigte sie durch eine Menge sinnreicher Versuche und schloß daraus mit gutem Grunde, die Atmosphäre müsse bey der Erdfläche dichter zusammen gepreßt seyn als auf den Bergen. Von allem diesen werden wir in der Geschichte der Elasticität der Luft umständlicher reden.

Robert Boyle.

Auch Boyle dachte darüber weiter nach und fand in Pascals Schlüssen selbst und in den in dieser Absicht angestellten Versuchen wesentliche Fehler *).

Im

Im Barometer wird das Quecksilber durch den Druck einer Luftsäule erhalten, die sich bis an das Ende der Atmosphäre erstreckt und mit der Quecksilbersäule einerley Grundfläche hat. Aus diesem Satze zog man anfänglich den Schluß, die Verhältniß der eigenthümlichen Schweren der Luft und des Quecksilbers gebe umgekehrt die Verhältniß der Höhen beider Säulen, und man verglich in dieser Hinsicht die eigenthümlichen Schweren der Luft und des Wassers und des Wassers und Quecksilbers.

Boyle zeigt, daß die Ursache der ausserordentlichen Abweichung in der Angabe der Verhältniß zwischen den eigenthümlichen Schweren der Luft und des Wassers in der Unvollkommenheit des dazu gebrauchten Mittels liege, und bestimmt selbst diese Verhältniß zu 1 : 7600, dadurch, daß er eine sehr dünne Blase, erst so leer von Luft als möglich, dann voll Luft und endlich voll Wasser wog. Quod proportionem ponderis inter aërem et aquam spectat, sagt er, aliqui iique Doctiss. Viri tam parum accurate aggressi sunt eam invenire, ut ea in re multum quidem aberrasse videantur. Etenim (praetermissis haud verisimilibus *Kepleri* aliorumque narrationibus) Eruditus juxta ac solers Ricciolus, istam proportionem adminiculo tenuis

c) S. s. Nova experimenta Physico-Mechanica de vi aëris elastica & ejusdem effectibus facta maximam partem in Nova Machina Pneumatica ad (Nepotem suum) Nobilissim. Duum Carolum Vicecomitem de Dungarvan Illustrissimi Comitis de Corke summi Regni Hyberniae Thesaurarii filium primogenitum literis pridem transmissa. Erschien zuerst 1659. Ex anglico in latin. noviter conversa. Oxon. 1661. 8., und findet sich auch in *Rob. Boyle* opera varia. Colon. Allobrogum. MDCLXXX. n. 1 und in der zu Genf 1677 in 4 herausgekommenen Sammlung seiner Werke.

nuis Vesicae, investigare de industria connisus, pondus aëris ad aquam habere se ut unius ad Decies mille vel circiter aestimavit. Et subit quidem mihi, quod cum olim (ex nata occasione) majorem Vesicam, aëre repletam, trutina pendissem, eandemque aëre penitus extruso, aëris quatuordecim gradus continuisse, comperissem, eandem aqua repletam quatuordecim istius Liquoris prope libras capientem inveni. Juxta quam aestimationem proportio aëris ad aquam paene fuerit, qualis Grani unius ad libram, h. e. unius ad 7600 et ultra. Huic superaddi possit, quod e contra *Galilaeus* ipse, alia sed neque accurata usus via; proportionem aëris ad aquam respectu ponderis ut unius ad quadringenta esse definierit; sed modus pendendi aëris per Aeolipilam videtur longe exactior, et (in quantum conjicere potuimus) experimento, in nostro Recipienti facto, satis consentaneus.

Quare, fährt er fort, tutissimum erit, Aeolipilae nostrae, in hac, quam nunc facimus, investigatione, confidere; et juxta factas a nobis observationes, cum aqua in ea contenta XXI uncias et dimidiam pependerit, cumque aëris tantum, quanto repleri possit; undecim grana sint, proportio gravitatis aëris ad ejusdem molis aquam erit sicut 1 : 930. Et quanquam Aeolipilam pro votis nostris ad summitatem usque complere aqua non valuerimus, aëre tamen itidem adeo penitus, ut desiderabamus, per Calorem inde haud expulso, compensatione facta, proportionem ducimus recte satis assignatam. Eos autem, quibus rotundiores (ut loquuntur) numeri sunt magis in deliciis, non multum erraturos puto, si aquam aëre millies prope graviorem aestimaverint. Et ut ulterius elucescat, nos horum corporum proportionem majorem potius debito, quam minorem fecisse, et ut eas quo-

que

que quas de pondere aëris fecimus observationes confirmemus, adjicere lubet, quod aqua alio tempore in Aeolipilam prius immissa quam igni admoveretur, ut copiosi Liquoris rarefacti vapores aërem commodius expellerent, invenimus, summa sedulitate Experimentum facientes, quod refrigeratâ Aeolipilâ et inclusis vaporibus in aquam rursus frigore transmutatis (quod aëri a praecedentibus effluviis expulso accidere non potuit) immissus aër Aeolipilae pondus quantum prius, h. e. undecim granis adauxit, quanquam duodecim Drachmas et dimidium jam ante continuerat, praeter duo grana istius aquae, quam ad expellendum aërem prius immiseramus, adhuc permanentia.

Narrat quidem *Mersennus*, aëris ad aquae pondus juxta illius aestimationem esse sicut 1 : 1356. Addit insuper, tuto credi posse, gravitatem aquae ad aërem paris molis non minorem esse quam 1300 : 1; et proinde quantitatem aëris ad quantitatem aquae aequiponderantem, esse sicut 1300 : 1. Sed non video, cur nostra experimenta tam sedulo facta deseri debeant, nec tamen tam accurati ac utilis scriptoris experimenta lubet rejicere.

Offeram igitur rationem, quomodo contrariae utriusque observationes reconciliari sibi invicem queant; proponendo, quod quicquid illas interest, verisimiliter a varia aëris Londini et Parisiis consistentia possit suboriri. Cum enim frigidior sit apud nos et magis humidus aër quam iste, quo Tu (Ill. Domine de Dungarvan) jam vesceris, quarta vel quinta parte gravior esse, possit supponi. Considerandum etiam relinquo, annon hoc aliquid momenti habeat, quod nostrae observationes in media hieme, *Mersenni* vero calidiore fortassis tempore, factae sint. Non

duco tamen inutile fore, si qua ante proposuimus, methodo, gravitas aëris in variis regionibus et in eadem regione in variis anni tempestatibus et coeli temperiebus, observetur. Et utinam (quanticunque constaret) scire possem, quantum sit pondus Aeolipilae nostrae plenae aëris hiberno tempore in Nova Zembla, si verum sit, Belgas, qui illic hiemarunt, aërem invenisse adeo crassum, ut horologii motum impediret.

Eben so fand auch Boyle die Angabe des Kanzler Bacon von der Verhältniß der eigenthümlichen Schwere des Quecksilbers und Wassers unrichtig. Er bediente sich dazu anfänglich eines umgekehrten Hebers, der in einem Schenkel Quecksilber, im andern Wasser enthielt, und nachdem so die umgekehrte Verhältniß der Höhen die eigenthümlichen Schweren $= 13\frac{92}{111} : 1$ gegeben hatte, wog er Quecksilber und Wasser, jedes besonders in einerley Glaskugel, welche eine sehr enge Oeffnung hatte, und fand die Verhältniß der Gewichte $= 13\frac{19}{28} : 1$. Den Versuch beschreibt er (Experiment. XXXVI) mit folgenden Worten: Cepimus vitreum tubum inverso Siphoni similem, eum post immissam mercurii quantitatem ita tenuimus, ut superficies liquoris in longiore et breviore crure horizontali linea jaceret. Posthaec aqua in longius siphonis crus immissa, usque dum propemodum impletum fuit, observavimus, superficiem mercurii in illo crure a pondere aquae quantum ab E ad B depressam fuisse; in breviori vero crure quantum ab F ad C sursum impulsam. Quocirca mensurando comperimus signis antea tam puncto B quam opposito puncto D affixis, et distantiam DC, altitudinem habuisse Cylindri Mercurii supra punctum D (quod aqua altitudine erat cum superficie Mercurii in alio crure) aquae pondere provectam et distentiam BA, unde altitudinem Cylindri

aquae

aquae habuimus compertam. Adeo ut distantia DC ad $2\frac{13}{54}$ Pollices et altitudine aquae ad $30\frac{45}{54}$ Pollices crescente et totis utrinque numeris cum annexis fractionibus ad improprias fractiones ejusdem Denominationis reductis exstiterit, qualis 121 ad 1665, sive per reductionem, qualis unius ad $13\frac{42}{121}$.

Praeter inusitatam hanc aliquarum rerum gravitatem determinandi viam, proportionem inter aquam et mercurium expendimus, ope bilancis adeo exactae, ut aequilibrium ejus centesima grani parte tolleretur. Cum autem in pendendis aqua et mercurio hallucinatio committatur, praesertim si paulo latius sit vasis orificium, cui immittuntur, quod accidit, quia paucis cautum est, superficiem aquae in vase concavam esse, mercurii convexam admodum et protuberantem. Cui vulgari errori ut occurreremus, adhibuimus vitream bullam mira tenuitate per flammam lampadis conflatam (ne bilanci nimis esset ponderosa) et in tenue admodum collum desinentem, ubi Concavitas et Convexitas liquoris magni momenti esse non potuit, $23\frac{1}{2}$ granorum gravitas hujus vitri fuit, quod mercurio poene complevimus, et nota adversus medium protuberantis superficiei (in quantum oculis nostris potuimus discernere) affixa, mercurium solum 299 $\frac{7}{32}$ grana pependisse invenimus: Effuso deinde mercurio, et eodem vitro aqua communi pariter impleto, Compertum habuimus, $21\frac{7}{8}$ granorum fuisse liquoris gravitatem, ex quo patebat, gravitatem aquae ad mercurium esse quasi unius ad $13\frac{19}{28}$. Quanquam illustrissimus noster *Verulamius* (procul dubio non quia judicium defuit aut cura, sed quod apto huic operi careret instrumento) proportionem inter hos liquores majorem esse aestimat, quam unius ad septendecim. Addamus hoc obiter, quod, cum mercu-

 rius

den zweyten Theil zu versparen. Den richtigern allgemeinen Titel, welcher dieser zweyten Hälfte beygefügt ist, bittet man an die Stelle des Haupttitels, der mit der ersten ausgegeben worden, binden zu lassen. Göttingen den 6. Sept. 1799.

Rosenbuschische Buchhandlung.

Dritter Abschnitt.

Geschichte der Versuche Höhenmessungen mit dem Barometer anzustellen.

Pascal, auf den wir allezeit zurückkommen, wenn wir in der Geschichte der Barometrie den Ursprung von Etwas entdecken wollen, war wohl auch der erste, der den Gedanken bekam, das Barometer bey Höhenmessungen anzuwenden. Dies ist um so merkwürdiger, da ihn hierauf nicht etwa ein blosser Zufall sondern reifliches Nachdenken und bloß die Anwendung richtiger Grundsätze brachte.

Er bat, da er seinen Entwurf nicht selbst auszuführen im Stande war, seinen Freund Beal, Versuche hierüber anzustellen und sich mit einem Barometer auf hohe Berge zu begeben, um zu untersuchen, wie viel das Barometer da tiefer als auf der Oberfläche des Erdbodens stehen würde. Die Erfahrung bestätigte ganz Pascals Schlüsse, und von der Zeit an fieng man an, das Barometer als ein Instrument anzusehen, mit dem man die Erhabenheit des einen Orts über dem andern zu bestimmen im Stande sey.

Pascal selbst ging noch weiter, er hielt das Barometer von nun an auch für ein Mittel zu erfahren, ob zwey Oerter in einerley Horizontalebne, d. i. in gleis

Edm. Halley.

Halley beschäftigte sich einzig und allein mit der Theorie. Ihm haben wir die erste Anwendung der logarithmischen Tafeln auf die Berechnung der Höhen der Luft zu danken. In einer Abhandlung, die er der Londner königl. Societät der Wissenschaften im Jahr 1685 übergab, zeigt er, wie die hierher gehörige Berechnungen anzustellen seyen [f]).

The

stellten Versuche, Experimenta prorsus *nova* et inaudita; worauf er bald fortfährt: Quid enim sapienti, nedum vulgo, incredibilius, quam posse *Aërem*, quemadmodum Aquam, aut aliud quodvis grave *ponderari*, *exactamque* ejus *gravitem* et *pondus* ad granulum *definiri*. Und das war die Ursache, warum er seinen mit Quecksilber gefüllten Röhren, deren er auf höhern und niedrigern Bergen den grössern und geringern Druck der Luft zu bestimmen sich bediente, den Namen eines Baroscopiums zuerst beygelegt zu haben scheint. Quod ad scribendi occasionem attinet, sagt er in der Vorrede, scias, me nonnulla de Experimento Torricelliano, quod in hisce Dialogis Baroscopii nomine indigitavi, a quibusdam viris doctis dudum audivisse. — — Paulo post in nova Pecqueti Experimenta Anatomica incidi, in quibus — — nonnulla adducit Experimenta Physico-Mechanica de Vacuitate; illius rei (wovon Pecquet daselbst gehandelt hatte) demonstrandae causa omnia tribus chartae schedulis contenta, quae mihi unicum et solum fuere fundamentum; worauf er noch hinzusetzt: Neque alius quispiam, quem consulerem, dum haec concinnarem, mihi suppetebat.

Er gehört also wohl unstreitig zu den Ersten, die an so entlegenen Orten mit diesem merkwürdigen Instrumente Versuche auf hohen Bergen angestellt haben. Auch dies Buch ist äusserst selten. Bloß aus dieser Ursache habe ich das vorhergehende so umständlich hierher gesetzt.

f) A Discourse of the Rule of the Decrease of the Height of the Mercury in the Barometer, according as Places are

The elastik Property of the air, sagt er daselbst, has been long since made out, by Experiments and the Resistance of its Spring is found to be nearly equal to the weight or Force that compresses it; as also that the Spaces the same air occupies, under differing Pressures are reciprocally as those Pressures: it has been shown likewise by undoubted Experiment, that the Specifick gravity of the air near the Earth's surface, to that of water was once as 1 : 840, again as 1 : 852 and a third time, in a very large Vessel holding ten gallons, (80 Pinten) as 1 to 860; all which, considering the Difficulty of the Experiment agree well enough, the Mercury standing at all those times about 29 Inches $\frac{3}{4}$; but by reason 'twas summer Weather, and consequently the air rarified, when all these were tried, we may without sensible Error say in round Numbers, that the Barometer standing at 30 Inches, and in a mean state of Heat and Cold, the specifick gravity of the air to water is as 1 : 800. By the like Trials the weight of Mercury to water is as $13\frac{1}{2}$: 1, or very near it; so that the weight of Mercury to air, is as 10800 : 1, and a Cylinder of air of 10800 Inches or 900 Feet, is equal to an Inch of Mercury, and were the Air of an equal Density like water, the whole atmosphere would be no more than 5, 1 miles high, and in the ascent of every 900 Feet the Barometer would sink an Inch. But the Expansion of the air increasing in the same proportion as the incumbent weight of the at-

are elevated above the surface of the Earth, with an attempt to discover the true Reason of the Rising and Falling of the Mercury, upon change of Weather in den Philos. Transact. num. 181. (1686) p. 104-116 und daraus wiederum abgedruckt in den Miscellaneis curiosis Tom. I. (Lond. 1705. 8).

atmosphere decreases, that is as the Mercury in the Barometer sinks, the upper Parts of the air are much more rarefied than the lower, and each Space answering to an Inch of Quicksilver grows greater and greater, so that the Atmosphere must be extended to a much greater height. Now upon these Principles to determine the height of the Mercury at any assigned height in the air and e contra having the height of the Mercury given, to find the height of the Place, where the Barometer stands, are Problems not more difficult than curious, and which I thus resolve:

The Expansions of the air being reciprocally as the heights of the Mercury, it is evident, that by the help of the curve of the hyperbola and its Asymptotes the said Expansions may be expounded to any given height of the Mercury.

For by the 65th *Prop. lib. 2 Conic. Mydorgii* the Rectangles AB, CE, AKGE, ALDE etc. are always equal and consequently the sides CB, GK, LD etc. are reciprocally as the sides AB, AK, AL, etc. If then the lines CB, AK, AL, be supposed equal to the Heights of the Mercury, or the Pressures of the Atmosphere; the lines CB, KG, LD, answering thereto, will be as the Expansions of the Air under those Pressures, or the Bulks that the same quantity of Air will occupy; which Expansions being taken infinitely many, and infinitely little, (according to the Method of Indivisibles) their Sum will give the Spaces of Air between the several Heights of the Barometer; that is to say, the Sum of all the lines between CB and KG, or the Area CBKG, will be proportioned to the Distance or Space intercepted between the Levels of two Places in the Air, where the Mercury would stand at the Heights represented

by

by the Lines AB, AK; so then the Spaces of the Air answering to equal Parts of Mercury in the Barometer, are as the Areas CBKG, GKLD, DLFM, etc, These Areas again are, by the Demonstration of *Gregory* of St. *Vincent*, proportionate to the Logarithms of the Numbers expressing the Rationes of AK to AB, of AL to AK, of AM to AL, etc. So then by the common Table of Logarithms, the Height of any Place in the Atmosphere, having any assingned Height of the Mercury, may most easily be found: For the Line CB in the Hyperbola, where-of the Areas design the Tabular Logarithms, being 0,0144765; 'twill be, as 0,0144765, to the difference of the Logarithms of 30, and any other lesser Number, so 900 Feet or the Space answering to an Inch of Mercury, if the Air were equally prest with 30 Inches of Mercury, and every where alike, to the Height of the Barometer in the Air, where it will stand at that lesser Number of Inches: And by the Converse of this Proportion may the Height of the Mercury be found, having the Altitude of the Place given. From these Rules I derived the following Tables.

A

A Table ſhewing the Altitude to given Heights of the Mercury.

Inch.	Feet.
30	0
29	915
28	1862
27	2844
26	3863
25	4922
20	10947
15	18715
10	29662
5	48378
1	91831
0,5	110547
0,25	129262
0,1	29 *mil. or* 154000
0,01	41 *mil.* 216169
0,001	53 *mil.* 278338

A Table ſhewing Heights of the Mercury *at given Altitudes.*

Feet.	Inch.
0	30,00
1000	28,91
2000	27,86
3000	26,85
4000	25,87
5000 *feet*	24,93
1 *mile*	24,67
2	20,29
3	16,68
4	13,72
5	11,18
10	4,24
15	1,60
20	0,95
25	0,23
30	0,08
40	0,012

Upon theſe Suppoſitions it appears, that at the height of 41 miles, the Air is ſo rarified, as to take up 3000 times the ſpace it occupies here, and at 53 miles high, it would be expanded above 30000 times; but 'tis probable that the utmoſt power of its ſpring cannot exert itſelf, to ſo great an extenſion, and that no part of the Atmoſphere reaches above 45 miles from the ſurface of the Earth.

This ſeems confirmed from the Obſervations of Crepuſculum, which is obſerved commonly to begin and end when the Sun is about 18 degrees below the

the Horizon; for supposing the Air to reflect light from its most rarified parts, and that as long as the Sun illuminates any of its Atoms, they are visible to an Eye not intercepted by the Curvity of the Earth, it will follow, that the proportion of the height of the whole Air, to the Semidiameter of the Earth, is much about as 1 to 90, or as the excess of the Secant of about $8\frac{1}{2}$ degrees to Radius: For if E be the Eye of the Observer, S a place where the Sun sets at the end of twilight in E, and the Arch ECS, or TCA be found 18 degrees, the excess of the Secant of half thereof ECH, would be the height of the Air, viz. GH: But the Beam of the Sun ASH, and the visual Ray EH do each of them suffer a Refraction of about 32 or 33 minutes, whereby being bent inwards from H towards G, the height of the Air need not be so great as if they went streight; and having from the Angle ECS taken the double Refraction of the Horizontal Ray, the half of the remainder will be $8\frac{1}{2}$ degrees circiter, whose Secant being 10 111 it follows that as 10000 to 111, so the Semidiameter of the Earth supposed 4000 miles, to 44, 4 miles; which will be the height of the whole Air, if the places E, S, whose visible portions of the Atmosphere ERZH, and SHKB just touch one the other, be 18 degrees asunder.

At this height the Air is expanded into above 3000 times the space it occupies here, and we have seen the Experience of condensing it into the 60th Part of the same Space, so that it should seem, that the Air is a Substance capable of being compressed into the 180000th Part of the Space it would naturally take up, when free from pressure: Now what texture or composition of Parts shall be capable of this

great Expansion and Contraction, seems a very hard Question; and which, I suppose, is scarce sufficiently acounted for, by the comparing it to Wool, Cotton, and the like springy Bodies.

Hitherto I have only considered the Air and Atmosphere, as one unaltered Body, as having constantly at the Earth's Surface the 800th part of the weight of Water, and being capable of Rarefaction and Condensation in infinitum; neither of which Hypotheses are rigidly true: for here in England 'tis notoriously known, that the weight of the whole Atmosphere is various, being counterpoised sometimes by $28\frac{1}{2}$ Inches of Mercury, and at other times by no less than $30\frac{1}{2}$, so that the under Parts being pressed by about a 15th part less Weight, the specifick gravity of the Air upon that Score will sometimes be a 15th part lighter than another; Besides Heat and Cold does very considerably dilate and contract the Air, and consequently alter its gravity, to which add the Mixture of Effluvia or Steams rising from almost all Bodies, which assimulating into the form of Air are kept suspended therein, as Salts dissolved in Liquors or Metals in corroding Menstrua, which Bodies being all of them very much heavier than Air, their Particles by their admixture must needs increase the weight of that Air they lie incorporated withal, after the same manner as melted Salts do augment the specifick gravity vf Water. The other consideration is, that the Rarefaction and Condensation of the Air is not precisely according to the Proportion here laid down; for tho' Experiment very nearly agrees thereto, as may be seen in the 58th Chapter of Mr. *Hook's* Micrographie, yet are the Condensations not possible beyond certain degrees; for being compressed into

an

an 800th part of the Space it takes up here, its Consistence would be equally dense with that of Water, which yields not to any Force whatsoever, as hath been found by several Experiments tried, here and at Florence, by the Academia del Cimento. Nor can the Rarefaction proceed in infinitum; for supposing the Spring whereby it dilates it self, occasioned by what texture of Parts you please, yet must there be a determinate magnitude of the natural state of each Particle, as we see it is in Wool, and the like, whose Bodies being compressable into a very small Space, have yet a determinate Bulk which they cannot exceed, when freed from all manner of Pressure.

These Objections being true do disturb the Geometrical accuracy of these Conclusions, drawn from the specifick Gravity of the Air observed at any time; but the Method here shewn will compute by a like Calculation, the Heights of the Quicksilver, and the Rarefactions of the Air from any assigned Height of the Barometer at the Earth's Surface, and any specifick Gravity given. As to the Condensation and Rarefaction by Heat and Cold, and the various Mixture of Aqueous and other Vapours, these two Objections seem generally to compensate each other; for when the Air is rarified by Heat, the Vapours are raised most copiously, so that tho' the Air, properly so called, be expanded and consequently lighter, yet the Interstices thereof being crouded full of Vapours of much heavier Matters, bulk for bulk the weight of the Compositum may continue much the same; at least a most curious Experiment made by the ingenious Mr. *John Caswell* of Oxford upon the top of Snowdon-Hill in Caernarvanshire, seems to prove that the first Inches of Mercury have their portions of

Air near enough to what I now determine; for the height of the Hill being 1240 Yards or very near it, he found the Mercury to have subsided to 25, 6 Inch. or 4 Inch. below the mean Altitude thereof at the Level of the Sea (which is a greater difference than has been found in any of our former Experiments,) and the Space answering to 4 Inch. by my Calculation should be 1288 Yards; and it agrees as well with the Observations in the Appendix to Mr. *Pascall's* Book, de l'Equilibre des Liqueurs, made on the high Hill in Auvergne, call'd le puy de Domme. So that the Rarefaction and Vapours seem not to have altered considerably of the under Parts of the Air; and much above the height where these Experiments were made, do few Vapours ascend, and the Cold is such that the Snow lies continually, so that for the more elevated Parts of the Sphere of Air there is much less reason to doubt.

But now we have had occasion to mention the difference there is between the height of the Mercury at one time, from the height thereof at another, it may not be unacceptable to offer at some Reasons for the said difference, which, at least to my self, seem to have some appearance of Truth; first then, 'tis undoubtedly demonstrable, that the height of the Cylinder of Mercury, is equal to the weight of the whole incumbent Air, and consequently that that whole is sometimes a fifteenth more than at other times, which cannot otherwise be, but by the access of new Matter when 'tis heavy, and its diminution when 'tis light: that Hypothesis therefore that shews how the Air shall be increased or diminished, in any particular Place, will give a reason for the greater and lesser height of the Mercury in the Baroscope: but to di-

rect

rest us in the choice of the several Causes, which may be assigned for the increase of the Air, 'twill not be unnecessary to enumerate some of the principal Observations made upon the barometer, most whereof are sufficiently known already to all those that are curious in these Matters.

The first is, that in calm Weather, when the Air is inclined to Rain the Mercury is commonly low.

2. That in Serene good settled Weater the Mercury is generally high.

3. That upon very great Winds, tho' they be not accompanied with Rain, the Mercury sinks lowest of all, with relation to the Point of the Compass the Wind blows upon.

4. That caeteris paribus the greatest heights of the Mercury are found upon Easterly and Noth-easterly Winds.

5. That in calm frosty Weather, the Mercury generally stands high.

6. That after very great Storms of Wind, when the Quicksilver has been low, it generally rises again very fast.

7. That the more Northerly Places have greater Alterations of the Baroscope than the more Southerly.

8. That within the Tropicks and near them, those accounts we heve had from others, and my owu Observation at St. *Helena* make very little or no Variation of the height of the Mercury in all Weathers: Now that Theory that can well account for all these Appearances, will in all Probability approach nearer the true Cause of the Barometers Variations, than any thing hitherto offered; and such on one I am bold to believe, is that which I here lay down, with Submission to better Judgments.

I conceive that the principal Cause of the Rise and Fall of the Mercury, is from the variable Winds, which are found in the Temperate Zones, and whose great unconstancy here in England is most notorious: I shall not at present enquire into the Cause of its Uncertainty, but the Matter of Fact being most undoubted, the legitimate Consequences thereof must be allowed me; let it proceed from what it will.

A Second Cause is the uncertain Exhalation and Precipitation of the Vapours, lodging in the Air, whereby it comes to be at one time much more crouded than at another, and consequently heavier; but this latter in a great measure depends upon the former. Now from these Principles, I shall endeavour to explicate the several Phaenomena of the Barometer, taking them in the same Order I laid them down.

1. Why in calm Weather, the being inclined to Rain, the Mercury is commonly low? I answer, that the Mercury's being low, inclines it to Rain, for the Air being light, the Vapours are no longer supported thereby, being become specifically heavier than the Medium wherein they floated; so that they descend towards the Earth, and in their fall meeting with other aqueous Particles, they incorporate together and form little Drops of Rain, but the Mercury's being at one time lower than at another, is the effect of two contrary Winds blowing from the place where the Barometer stands; whereby the Air of that place in carried both ways from it, and consequently the incumbent Cylinder of Air is diminished, and accordingly the Mercury sinks; as for Instance, if in the German Ocean it should blow a Gale of Westerly Wind, and at the same time an Easterly Wind in the Irish Sea; or if in France it should blow a

Sou-

Southerly Wind, and in Scotland a Northern; it must be granted me that that part of the Atmosphere impendent over England, would thereby be exhausted and attenuated, and the Mercury would subside, and the Vapours which before floated in those parts of the Air of equal Gravity with themselves, would sink to the Earth.

2. Why in serene good settled Weather, the Mercury is generally high? To this I answer, that the greater height of the Barometer is occasioned by two contrary Winds blowing towards the place of Observation, whereby the Air of other places is brought thither and accumulated; so that the incumbent Cylinder of Air being increased both in height and weight, the Mercury pressed thereby must needs rise and stand high, as long as the Winds continue so to blow; and then the Air being specifically heavier, the Vapours are better kept suspended, so that they have no Inclination to precipitate and fall down in Drops, which is the reason of the serene and good Weather which attends the greater heights of the Mercury.

3. Why upon very great Winds or Storms, though accompanied with no Rain, the Mercury sinks lowest of all, with relation to the point of the Compass upon which the Wind blows? This is caused by the very rapid Motion of the Air in these Storms; for the Tract or Region of the Earth's Surface wherein these Winds rage, not extending all round the Globe, that stagnant Air which is left behind, as likewise that on the sides, cannot come in so fast as to supply the Evacuation made by so swift a Current, so that the Air must necessarily be attenuated when and where the said Winds continue to blow,

and that more or less according to their Violence; add to which that the Horizontal Motion of the Air being so quick as it is, may in all probability take off some part of the parpendicular Pressure thereof: and the great Agitation of its Particles, is the reason why the Vapours are dissipated and do not condense into Drops, so as to form Rain, otherwise the natural Consequence of the Air's Rarefaction.

4. Why caeteris paribus the Mercury stands highest upon an Easterly or North-easterly Wind. This happens because that in the great Atlantick Ocean on this side the 35th degree of North Latitude, the Westerly and South-Westerly Winds, blow almost always Trade, so that whenever here the Wind comes up at East and North-East, 'tis sure to be checked by a contrary Gale, as soon as it reaches the Ocean; wherefore according tho' what is made out in our second Remark, the Air must needs be heaped over this Island; and consequently the Mercury must stand high, as often as these Winds blow. This holds true in this Country, but is not a general Rule for others, where the Winds are under different Circumstances: and I have sometimes seen the Mercury here as low as 29 Inches, upon an Easterly Wind, but then it blew exceeding hard, and so comes to be accounted for by what was observed upon the 3d Remark.

5. Why in calm and frosty Weather the Mercury generally stands high? The Cause hereof is, as I conceive, that it seldom freezes but when the Winds come out of the Northern and Nord-Eastern Quarters, or at least, unless those Winds blow at no great distance of; for the Northern Parts of Germany, Denmark, Sweden, Norway, and all that tract from

when-

whence North-Eastern Winds come, are subject to almost continual Frost all the Winter; and thereby the lower Air is very much condensed, and in that State is brought hitherwards by those Winds, and being accumulated by the Opposition of the Westerly Wind blowing in the Ocean, the Mercury must needs be prest to a more than ordinary height; and as a concurring Cause, the shrinking of the lower Parts of the Air into lesser room by Cold, must needs cause a Descent of the upper Parts of the Atmosphere to reduce the Cavity made by this Contraction to an Aequilibrium.

6. Why after very great Storms of Wind, when the Mercury has been very low, it generally rises again very fast? This I have frequently observed, and once found it risen an Inch and half in less than six hours, after a long continued Storm of Southwest Wind. This seems to be occasioned by the sudden accession of new Air to supply the great Evacuation which such continued Storms make thereof, in those places where they happen (as in the third Remark) and by the Recoil of the Air, after the Force ceases that impell'd it; and the reason why the Mercury rises so fast, is because the Air being very much rarified beyond its mean Density, the neighbouring Air runs in the more swiftly to bring it to an Aequilibrium, as we see Water runs the faster for having a great Declivity.

7. Why in more Northerly Places the Variations of the Baroscope are greater than in the more Southerly? The Truth of the Matter of Fact is proved from Observations made at Clermont and Paris, compared with others, made at Stockholm, as may be seen in the Appendix to Mr. *Pascal's* Book; before

cited. The Reason I conjecture to be, that the more Northerly Parts have usually greater Storms of Wind than the more Southerly, whereby the Mercury should sink lower, in that Extream; and then the Northerly Winds bringing the condensed and ponderous Air from the Neighbourhood of the Pole, and that again being checked by a Southerly Wind, at no great distance, and so heaped, must of necessity make the Mercury in such case stand higher in the other Extream.

8. And Lastly, why near the Equinoctial, as at *Barbadoes* and St. *Helena*, there is very little or no Variation of the Height of the Barometer? This Remark, above all others, confirms the Hypothesis of the Variable Winds being the cause of these Variations of the Height of the Mercury, for in the Places above-named, there is always an easy Gale of Wind blowing nearly upon the same Point, viz. E. N. E. at *Barbadoes*, and E. S. E. at St. *Helena*; so that there being no contrary Currents of the Air, to exhaust or accumulate it, the Atmosphere continues much in the same State: However upon Hurricanes, the most violent of Storms, the Mercury has been observed very low; but this is but for once in two or three Years and it soon recovers its settled state of about 29½ Inches. I doubt not but the same thing is in the East Coast of Africa and in India, where the Monsoons or Winds are Trade for half the Year one way; and half the Year another; only 'tis probable, that there may something worth noting happen, about the Times of the Winds, which might be obtained if any body had the curiosity to keep the Barometer at our Factories in India.

I

I doubt not but this Doctrine will find some Opposers, and that one principal Objection will be; That I suppose the Air sometimes to move from those Parts where it is already evacuated below the Equilibrium, and sometimes again towards those Parts, where it is condensed and crouded above the mean state, which may be thought contradictory to the Laws of Staticks and the Rules of the Equilibrium of Fluids. But those that shall consider how, when once an Impetus is given to a fluid Body, it is capable of mounting above its Level, and checking others that have a contrary Tendency to descend by their own Gravity, will no longer regard this as a material Obstacle; but will rather conclude, that the great Analogy there is between the rising and falling of the Water upon the Flux and Reflux of the Sea, and this of the accumulating and extenuating the Air, is a great Argument for the Truth of this Hypothesis. For as as the Sea, overagainst the Coast of Essex, rises and swells by the meeting of the two contrary Tides of Flood, whereof the one comes from the S. W. along the Channel of England, and the other from the North; and on the contrary sinks below its Level upon the retreat of the Water both ways, in the Tide of Ebb; so it is very probable, that the Air may ebb and flow, after the same manner; but by reason of the diversity of Causes, whereby the Air may be set in moving, the times of these Fluxes and Refluxes thereof are purely casual and not reducible to any Rule, as are the Motions of the Sea, depending wholly upon the regular Course of the Moon. The next Transaction shall give an Historical Relation of those Winds which are found to have any thing of constancy, and shall endeavour to assign the Causes thereof.

Bringt

Bringt man die Englischen Maasse auf Pariser, indem man annimmt, daß sich die Englischen Zolle zu den Parisern verhalten = 144 : 153; so verhält sich nach Halley bey 28 Pariser Zoll Barometerhöhe die Dichte der Luft: Dichte des Quecksilbers = 1 : 10891 oder ein Zoll Quecksilber würde mit 10891 Zollen = 907 Schuhen 7 Zollen Luft das Gleichgewicht halten, wenn sie überall von der Dichtigkeit wäre als an dem Orte, wo das Barometer auf 28 steht.

Aber die Zahl, die in unsern Logarithmentafeln 907′ 7″ zukommen soll, ist ungefähr die mittlere harmonische Proportionalzahl zwischen den beyden Differenzen der Logarithmen von 29 und 28 und von 28 und 27 $= \frac{0,43429448}{28} = 0,0155105$. So verwandelt sich also die Halley'sche Regel nach Pariser Maasse in folgende Analogie: 155105 : Differenz der Log. von 38 und einer geringern Barometerhöhe = 10891″ (907′ 7″) : Anzahl Zolle, welche die senkrechte Höhe des Beobachtungsorts anzeigen. Merkwürdig bleibt es allerdings, daß so Halley durch die blosse Kenntniß der eigenthümlichen Schweren des Quecksilbers und der Luft auf eine Regel kam, welche nicht gar sehr von derjenigen verschieden ist, welche nachher aus einer Menge von Barometerbeobachtungen von Bouguer auf den Cordelieren hergeleitet wurde.

Mariotte.

Das Verhältniß zwischen der druckenden Kraft und dem Raume der zusammengepreßten Luft hatte Guericke unbestimmt gelassen. Mariotte war der erste, der es durch Erfahrung suchte, und fand, daß das aufliegende Gewicht in umgekehrter Verhältniß des Raumes sey, und daß diese Verhältniß ohne merkli-

chen

chen Fehler könne angenommen werden, so lange die Luft nicht viermal dichter ist, als sie in ihrem natürlichen Zustande zu seyn pflegt.

Er machte Anwendungen davon auf die mit der Höhe des Orts abnehmende Dichtigkeit und Schwere der Luft und der Höhen des Quecksilbers im Barometer. Im Jahr 1676 gab er seine für die damalige Zeit so vortreffliche Schrift über die Natur der Luft [f]) heraus. Darin erzählt er seine Versuche über die Verdichtung der Luft jedoch ohne der Boylischen auch nur zu gedenken, die er ohne Zweifel gar nicht kannte.

Seine Methode, die Ausdehnung der Luft zu messen, ließ sich leichter als die Boylische ausführen, obgleich die Resultate bey beiden einerley sind. Er beschreibt sie auf folgende Art:

Etant supposé, comme l'expérience le fait voir que l'air se condense davantage lorsqu'il est chargé d'un plus grand poids, il s'ensuit necessairement, que si l'air qui est depuis la surface de la terre jusqu'a la plus grande hauteur ou il se termine, devenoit plus léger sa partie la plus basse se delateroit plus qu'elle n'est; et que s'il devenoit plus pesant, cette même partie se condenseroit davantage. Il faut donc conclure que la condensation qu'il a proche de la terre, se fait selon une certaine proportion du poids de l'air superieur dont il est pressé, et qu'en cet etat, il fait equilibre par son ressort précisément a tout le poids de l'air qu'il soutient.

De la il s'ensuit, que si on enferme dans un baromètre du mercure avec de l'air, et qu'on fasse l'experience du vuide, le mercure ne demeurera pas dans le tuyau a la hauteur, qu'il etoit: car l'air qui

y

f) Discours de la nature de l'air. Siehe auch die Oeuvres de M. Mariotte (Haag 1740. 4) I. Band p. 151 u. f.

y est enfermé avant l'experience, fait equilibre par son ressort au poids de toute l'atmosphére, c'est-a-dire, de la colomne d'air de même largeur, qui s'etend depuis la surface du mercure du vaisseau jusqu'au haut de l'atmosphére, et par consequent le mercure qui est dans le tuyau ne trouvant rien qui lui fasse équilibre, il descendra: mais il ne descendra pas entièrement; car lorsqu'il descent, l'air enfermé dans le tuyau se dilate, et par conséquent son ressort n'est plus suffisant pour faire équilibre avec tout le poids de l'air superieur. Il faut donc qu'une partie du mercure demeure dans le tuyau à une hauteur telle que l'air qui est enfermé, étant dans une condensation qui lui donne une force de ressort capable de soûtenir seulement une partie du poids de l'atmosphére, le mercure, qui demeure dans la tuyau, fasse equilibre avec le reste; et alors il se fera equilibre entre le poids de toute cette colomne d'air, et le poids de ce mercure resté joint avec la force du ressort de l'air enfermé. Or si l'air se doit condenser à proportion de poids dont il est chargé; il faut nécessairement qu'aiant fait une expérience en laquelle le mercure demeure dans le tuyau a la hauteur de quatorze pouces, l'air qui est enfermé dans le reste du tuyau, soit alors dilaté deux fois plus qu'il n'etoit avant l'expérience; pourvûque dans le même tems les barométres sans air élevent leur mercure a vingt-huit pouces précisement.

Pour sçavoir si cette conséquence etoit véritable j'enfis l'expérience avec le Sieur *Hubin*, qui est très-expert a faire de baromètres de plusieurs sortes. Nous nous servîmes d'un tuyau de quarante pouces, que je fis emplir de mercure jusqu'a vingt-sept pouces et demi, afin qu'il y eut douze pouces et demi d'air,

et qu'étant plongé d'un pouce dans le mercure du vaiſseau il y eût trente neuf pouces de reſte, pour contenir quatorze pouces de mercure, et vingt cinq pouces d'air dilaté au double. Je ne fus point trompé dans mon attente: car le bout du tuyau renverſé étant plongé dans le mercure de vaiſſeau, celui du tuyau deſcendit, et après quelques balancements, il s'arrêta à quatorze pouces de hauteur, et par conſequent l'air enfermé qui occupoit alors vingt cinq pouces, etoit dilaté au double de celui qu'on y avoit enfermé, qui n'occupoit que douze pouces et demi.

Je lui fis faire encore une autre expérience, où il laiſſa vingt-quatre pouces d'air au-deſſus du mercure et il deſcendit jusques à ſept pouces, conformément a cette hypothèſe: car ſept pouces de mercure faiſant équilibre au quart du poids de toute l'atmosphére, les trois quarts qui reſtoient étoient ſoûtenus par le reſſort de l'air enfermé, dont l'etenduë étant alors de trente-deux pouces, elle avoit même raiſon a la première etenduë de vingt-quatre pouces, que le poids entier de l'air aux trois quarts du même poids.

Je fis faire encore quelques autres expériences ſemblables, laiſſant plus ou moins d'air dans le même tuyau, ou dans d'autres plus ou moins grands; et je trouvais toûjours, qu'après l'expérience faite, la proportion de l'air dilaté, a l'etenduë de celui qu'on avoit laiſſé au haut du mercure, qui eſt le poids entier de l'atmoſphére à l'excès de vingt huit pouces par-deſſus la hauteur où il demeuroit après l'expériences; ce qui fait connoître ſuffiſament, qu'on peut prendre pour une régle certaine ou loi de la nature, que l'air ſe condenſe à proportion des poids dont il eſt chargé.

Que

Que si l'on en veut faire des expériences plus sensibles, il faut avoir un tuyau recorbé, dont les deux branches soient paralleles; et dont l'une soit d'environ huits pieds de hauteur, et l'autre de douze pouces, la grande doit être ouverte au haut, et l'autre scellée exactement.

On commencera a verser un peu de mercure pour remplir le fond où est la communication des deux branches, et on fera en sorte que le mercure ne soit pas plus haut dans l'une que dans l'autre, afin d'etre assuré que l'air enfermé n'est pas plus condensé ou dilaté que l'air libre.

On versera ensuite peu à peu du mercure dans le tuyau, prenant garde que le choc ne fasse entrer de nouvel air avec celui qui est enfermé, et on verra, comme je l'ai vû plusieurs fois, que, lorsque le mercure sera élevé a quatre pouces dans la petite branche, le mercure sera dans l'autre quatorze pouces plus haut, c'est-a-dire, dix-huit pouces au dessus du tuyau de communication; ce qui doit arrivier, si l'air se condense a proportion des poids dont il est chargé, puisque l'air enfermé est alors chargé du poids de l'atmosphére qui est égal au poids de vingt-huit pouces de mercure; et encore de celui de quatorze pouces, dont la somme 42 pouces est à 28 pouces premier poids qui tenoït l'air a douze pouces dans la petite branche, reciproquement comme cette étenduë de douze pouces est à l'étenduë restante de huit pouces.

Si l'on verse de nouveau mercure jusqu'a se qu'il soit monte à 6 pouces dans la petite branche, et qu'il n'y reste que 6 pouces d'air, le mercure sera dans l'autre branche plus haut de 28 pouces que le haut de ces six pouces; ce qui doit arriver suivant la même hypothese: car alors l'air enfermé sera

char-

chargé de 28 pouces de mercure, et de la pesanteur de l'atmosphére qui en vaut aussi 28, dont la somme 56 est double, de 28, comme la premiere étenduë de 12 pouces d'air est double de 6 pouces qui restent; et lorsqu'en continuant de verser du mercure dans la grande branche; ce qui fait encore la même proportion. Si on veut pousser l'expérience plus loin, on pourra verser encore du mercure, jusqu'à ce que l'air de la petite branche soit réduit à 3 pouces; et on verra que dans l'autre branche, le mercure sera élevé à 84 pouces plus haut, lesquels avec les 28 du poids de l'atmosphére sont 112, nombre quadruple de 28, de même que la premiére étenduë de 27 pouces est quadruple de la derniere de 3 pouces.

Pour bien faire ces expériences, il faut que la petite branche soit d'une largeur uniforme par-tout; car pour la grande, il n'est pas necessaire que sa largeur soit precisement égale en toute sa longueur.

Par cette régle de la nature, on peut resoudre plusieurs problemes de Physique assez curieux. Le premier est celui-ci.

I. *Probleme.*

Etant donnée la hauteur où l'on veut que le mercure demeure dans un tuyau de grandeur donnée, trouver la quantité de l'air qu'il y faut laisser avant l'expérience.

Soit 4 pouces la hauteur donnée de mercure, et soit le tuyau de 37 pouces, dont on doit plonger un poucè dans le mercure de vaisseau, afin qu'il reste 36 pouces au dessus. Soit supposé que l'expérience soit faite, et que le mercure se soit mis à 4 pouces de hauteur. Donc il restera 32 pouces d'air dilaté.

Mais comme 28 pouces, poids entier de l'atmosphére, est à 24, difference de 4 grandeur donnée, et de 28 ainsi 32 est à 27¾. Donc 27 pouces ¾ est l'étenduë de l'air qu'il faut laisser au-dessus du mercure avant l'expérience, afin qu'aprés l'expérience, le mercure s'arrete à 4 pouces de hauteur. Si le tuyau, est de 24 pouces, et qu'ou veuille reduire le mercure à 7 pouces, il faut supposer que le bout ouvert du tuyau soit plongé d'un pouce dans le mercure, afin qu'il reste 23 pouces, dont le 7 pouces de mercure etant ôtés, il restera 16 pouces pour l'air dilaté. Et parce que 28 est à 21 difference de 7 et de 28 comme 16 est à 12, on jugera qu'il faudra mettre dans le tuyau 12 pouces d'air au dessus du mercure. On resoudra de même les autres questions semblables.

II. Probleme.

Etant donnée la quantité d'air qu'on veut laisser au dessus du mercure dans un tuyau de grandeur donnée, trouver a quelle hauteur le mercure se metra après l'expérience.

Cette question se peut résoudre par le calcul de l'Algebre, en cette sorte: Soit la hauteur du tuyau 25 pouces, et l'etenduë donnée de l'air 9 pouces; on demande, a quelle hauteur le mercure demeurera dans le tuyau après l'expérience? soit appellée A l'augmentation de l'etenduë de l'air enfermé: et parce que le bout du tuyau doit être plongé d'un pouce dans le mercure du vaisseau, et qu'il n'y restera que 24 pouces; si on appelle 9 — A l'etenduë de l'air dilaté, le reste du tuyau jusques à 24 fera 15 — A qui est la grandeur inconnue qu'on cherche. Or, par la régle expliquée ci-dessus, 28 pouces de mercure

doi-

doivent avoir un même rapport à la différence qui est entre ces 28 pouces et la hauteur où il doit demeurer dans le tuyau, que l'etenduë de l'air dilaté, c'est à-dire, 9 pouces plus A à 9 pouces. Donc par conversion de raison, 9 — A sera a A comme 28 à 15 — A. D'où il s'ensuit, que le produit des extrêmes 9 — A et 15 — A sera égal à celui de 28 par A. Donc le premier produit, sçavoir 135 + 6 A — A^2 sera egal à 28 A; et ajoutant A^2 de part et d'autre, il y aura egalité entre 135 — 6 A et 28 A — A^2 et ôtant 6 A de chacune de ces grendeurs, il y aura encore egalité entre A^2 + 22 A et 135 et enfin entre A^2 et 135 — 22 A; et si on joit la quarré de 11 moitié de 22 à 135 la somme sera 256, dont la racine quarré est 16, duquel nombre ôtant les 11 ci dessus, le reste 5 sera la valeur de l'etenduë qu'on a appellée A, et par conséquent 15 — A voudra donner 10 pouces, hauteur requise où se mettra le mercure après l'expérience.

On trouvera de même la hauteur de mercure dans d'autres tuyaux, quelque étenduë d'air qu'on ait laissée sur mercure avant l'expérience, soit que cette étenduë se puisse exprimer par nombres ou seulement par lignes; et les expériences se trouveront conformes aces raisonnements. On peut même reduire en lignes les grandeurs données, et on trouvera aisement la ligne de la hauteur où se mettra le mercure si on sçait mediocrement les regles de l'Algébre.

III. *Probleme.*

Etant donnée la hauteur d'un tuyau plein d'air trouver à quelle profondeur il faudra plonger le bout ouvert dans le mercure du vaisseau, afin qu'il monte dans ce tuyau situé perpendiculairement a une hauteur possible.

Soit le tuyau de 10 pouces uniformement large, et soit un pouce la hauteur donnée. Donc l'air du tuyau se doit reduire à 9 pouces, puisque le mercure y doit entrer d'un pouce; et suivant les raisonnements ci-dessus, comme 9 est à 10, ainsi reciproquement 28 pouces de mercure à 31 pouces $\frac{1}{9}$. Ce qui fera connoitre qu'il faudra que la surface du mercure du vaisseau soit 3 pouces $\frac{1}{9}$. Au-dessus du mercure qui sera monté dans le tuyau, et par consequent qu'il faudra que le bout ouvert soit enfoncé de 4 pouces $\frac{1}{9}$ dans le mercure du vaisseau; ce qui se prouve parce que le poids du mercure de 3 pouces $\frac{1}{9}$ joint au poids de l'atmosphére, qu'on suppose égal a celui de 28 pouces de mercure, chargera l'air du tuyau d'un poids de 31 pouces $\frac{1}{9}$, et 31 pouces $\frac{1}{9}$ est à 28 reciproquement; comme 10 pouces, étenduë première de l'air du tuyau, est aux 9 pouces qu'il doit occuper après l'expérience.

On se servira d'un raisonnement semblable pour trouver a quelle hauteur l'eau montera dans un tuyau vuide fermé par le bout d'en-haut, lorsqu'on le plonge perpendiculairement dans de l'eau, prenant pour les poids de l'atmosphére, 32 pieds d'eau douce, au 30 d'eau salée, au lieu de 28 pouces de mercure. De-la on jugera que, si on descend un homme dans la mer sous une cloche pleine d'air, lorsqu'elle sera à 30 pieds de profondeur, l'air se reduira a la moitié de l'espace qu'il occupoit; ce qui n'a pas été remarqué par quelques-uns qui ont parlé de cette expérience.

Mariotte wiederholte diese Versuche noch mehrmals und wählte dabey auch andere Verhältnisse des Quecksilbers und der Luft, fand aber nie ein anderes Gesetz, als das, daß sich der Raum, den die ausgedehnte

dehnte Luft einnahm, zu ihrem vorigen Raume verhielt, wie 28 Zoll, die den ganzen Druck der Atmosphäre vorstellen, zu 28 Zoll weniger der Höhe des Quecksilbers, das in der Röhre erhalten wurde. Und so war das berühmte Gesetz erfunden, das nach seinem Urheber den Namen des Mariottischen bekommen hat, und nachher von allen Naturforschern ist angenommen worden.

Indem aber Mariotte sein Gesetz auf die ganze Luft ausdehnte, nahm er dabey an, daß sie in allen Höhen eben so beschaffen sey, wie sie in der gläsernen Röhre bey seinem Versuche war. Dadurch aber setzte er, die Wärme sey in allen Höhen einerley, und die Dünste in eben der Verhältniß ausgebreitet, in welcher die Dichtigkeit der Luft abnimmt. Auch kann das von ihm entdeckte Gesetz an und für sich schon nicht in der vollkommensten Schärfe richtig seyn, denn man sieht leicht, daß sich die Luft gar nicht weiter würde zusammendrücken lassen, sobald sie so stark verdichtet wäre, daß alle ihre Theile einander berühren; es zeigt sich sogar schon vielmehr eine Ausnahme von der allgemeinen Regel, wenn man die Luft nur bis auf den vierten Theil zusammendrückt. Jedoch hat man in den Graden der Ausdehnung und Verdichtung, die in der freyen atmosphärischen Luft statt finden, nie eine merkliche Abweichung von der Mariottischen Regel entdeckt, daher kann man sie auch bey den Barometerbeobachtungen als vollkommen richtig annehmen.

Nach dem von ihm erfundenen allgemeinen Gesetze suchte Mariotte auch eine Regel für die verschiedenen Barometerhöhen. Er sammlete daher verschiedene Barometerbeobachtungen, die auf kleinen Höhen gemacht waren, und fand hieraus, daß man 60 Fuß über die Oberfläche des Meers steigen müsse, wenn das

Barometer eine Linie fallen solle. Er wußte, daß eine 28 Zoll hohe Quecksilbersäule mit einer Säule der Atmosphäre über einerley Grundfläche im Gleichgewicht stehe. Stellt man sich nun die letztere in 4032 Schichten getheilt vor, deren jede so viel als $\frac{1}{12}$ Linie Quecksilber drücke; so wird die erste, von unten hinauf gerechnet, 5 Fuß Höhe haben. Die 2016te Schicht wird nur die Hälfte des ganzen Drucks der Atmosphäre tragen, also doppelt so viel Raum, d. i. eine Höhe von 10 Fuß einnehmen; alle dazwischen liegende aber werden nach Proportion von 5 bis 10 Fuß wachsen.

Hieraus folgerte er, daß man den Wachsthum der Schichten und ihre Summen nach eben den Regeln berechnen könne, deren man sich bedient, die Logarithmen zu finden.

Mariottens Rechnung ist äusserst weitläuftig, und da er die Luft zwischen den beiden Grenzen jeder Schicht gleich dicht annimmt; so giebt sie, wie Kästner (Anmerk. zur Markscheidek. von den Höhenmess. mit dem Barometer §. 59. 60. n. VII) gezeigt hat, jede Schichte etwas zu klein.

Hätte er die Rechnung ganz ausführen wollen; so hätte er die Höhe jeder einzelnen Schicht berechnen und dann die ganze Summe durch die Addition finden müssen. Nach seiner Regel aber wachsen die ersten 2016 Schichten so, daß jeder Höhe $= \frac{5 \cdot 4032}{y}$ Fuß ist, wenn y den Stand des Barometers an ihrer untersten Grenze in Zwölftheilen einer Linie ausdrückt.

Er hätte also eigentlich die Reihe

$$\frac{5.4032}{4032} + \frac{5.4032}{4031} +$$

$\frac{5,4032}{4030}$ . . . . . $\frac{5,4032}{2017}$ zu summiren gehabt, welches eine harmonische Progression ist, deren erstes Glied = 5 und das letztere beinahe = 10 ist. Um sich die Arbeit leichter zu machen, nimmt er an, die Glieder dieser Reihe wüchsen von 5 bis 10 Fuß in arithmetischer Progression. Alsdann ist es eben so viel, als wären sie alle gleich, und jedes betrüge $7\frac{1}{2}$ Fuß, welches das arithmetische Mittel zwischen 5 und 10 ist. Da nun die Zahl dieser Glieder = 2016 ist; so wird die Summe der ganzen Reihe = 2016. $7\frac{1}{2}$ = 15120 Fuß, welches ungefähr $\frac{1}{4}$ einer französischen Meile beträgt, und die ganze Höhe der 2016 ersten Schichten ist. So berechnet er auch die folgenden Abtheilungen z. B. von der 2017ten bis zum 3024ten giebt es 1008 Schichten, die man ansehen kann, als wäre jede 15 Fuß hoch, weil 15 das arithmetische Mittel zwischen 10 und 20 ist. Die ganze Höhe dieser Abtheilung wird also 1008. 15 = 15120 Fuß seyn, die wiederum so groß als die vorige. Man sieht leicht, daß diese Höhe für alle Abtheilungen gleich bleibt. Sie ist nämlich ein Produkt aus 2 Faktoren, von welchen einer bey jeder folgenden Abtheilung halb so groß, der andere doppelt so groß, als bey der vorigen wird. Aber Mariottens Rechnung schließt sich nicht, und er muß sich endlich eine willkührliche Grenze setzen. Aus mehreren mit vieler Sorgfalt auf der Pariser Sternwarte angestellten Beobachtungen schloß Mariotte, daß man 63 Fuß hoch zu steigen habe, wenn das Barometer um eine Linie fallen sollte.

Hieraus folgt, daß, wenn man so das Barometer an einen Ort bringt, wo das Quecksilber nur halb so hoch als unten stehe, die Luftschicht, die hier einer Linie Quecksilber das Gleichgewicht hält, doppelt so hoch ist, als diejenige, die dieses unten hat. Nimmt man nun an, die Höhen der Schichten wüchsen, wie Glieder einer arithmetischen Progression; so kann man den Unterschied der Glieder finden, wenn man den Unterschied des letzten und ersten mit der Anzahl der Glieder $- 1$ dividirt.

Der Unterschied des ersten und letzten Gliedes ist $= 116 - 63 = 68$. Die Anzahl der Glieder $= 169$, daher der Unterschied der Glieder $= \frac{63}{163} = \frac{3}{8}$ Fuß. Setzt man also die Tiefe des Quecksilbers unter 28 Zollen in Linien ausgedrückt, $= a$; so erhält man nach den Eigenschaften der arithmetischen Progression die Höhe des Orts über die Oberfläche des Meers in Pariser Schuhen $= 63\, a + \frac{3}{8} a. \frac{a-1}{2}$. Dieser Formel bedient sich Mariotte zur Berechnung der von ihm angestellten Beobachtungen; aber er getraute sich nicht einmal, sie in völliger Schärfe auf seine Beobachtungen anzuwenden. Inzwischen muß man bey der grossen Menge von Versuchen, die seit der Zeit angestellt worden, und bey allen den Hypothesen, die man zu Erklärung der Erscheinungen ausgedacht hat, die Sache doch nicht viel höher treiben können. Wir werden im Verlauf unserer Erzählung sehen, daß die meisten Methoden, die man nachher gebraucht hat, von Mariottens Formel und unter einander selbst nur im Koefficien unterschieden sind, und keine sie an Allgemeinheit übertrifft.

Ma-

Maraldi.

Maraldi hatte mit Chazelles, Couplet und Dominicus Cassini verschiedene Barometerbeobachtungen auf den Bergen in Auvergne angestellt. Er verglich dieselben mit zweyen andern, von denen eine von Cassini im Jahr 1672 auf dem Berge Notre Dame de la Garde nahe bey Marseille, die andere von de la Hire auf dem Berge Clairet bey Toulon angestellt war, und nahm aus den Resultaten aller dieser Beobachtungen das Mittel.

So fand er folgende Regel: gesetzt das Quecksilber falle am Ufer der See um 1 Linie in der Höhe von 61 Fuß; so wird die Höhe, da es um 2 Linien gesunken ist, 62 Fuß grösser seyn; ist es um 3 Linien gefallen, so muß man noch 63 Fuß höher gekommen seyn u. s. f. für jede Linie einen Fuß mehr als für die nächst vorhergehende [g]).

Nach dieser Regel müßte das Barometer auf der Höhe von 178 Toisen über der Oberfläche der See um $15\frac{2}{3}$ Linien fallen, welches am nächsten mit Cassini's Beobachtung übereinstimmt, welcher auf der Höhe von 178 Toisen das Quecksilber $16\frac{1}{3}$ Linien gefallen fand. Auf der Höhe von 257 Toisen müßte es nach dieser Regel um $21\frac{5}{8}$ Linien fallen, wo de la Hire $21\frac{1}{2}$ Linien beobachtete, und auf der Höhe von 648 T. fällt es hiernach um $46\frac{1}{4}$ Linien; Maraldi selbst fand es auf dieser Höhe $46\frac{1}{2}$ Lin. niedriger als an der Seefläche. Jedoch findet eben diese Regel in grössern Höhen wieder nicht statt. Auf dem Pik von Teneriffe stand z. B. das Quecksilber bey 209 Linien oder 125 Lin. niedriger als an der Seefläche. Der Berg müßte also

g) Mem. de l'Acad. de Paris 1709 p. 274 u. f.

also 15375 Fuß hoch seyn, da ihn die Messung 13158 Fuß hoch gegeben hat.

Feuillee.

Von Maraldi's Regel ist die des P. Feuillee [h]) nur darin unterschieden, daß er zum voraus setzt, das Quecksilber stehe an der Seefläche bey 28 Zoll und falle in 60 Fuß darüber um eine Linie; wenn man noch 62 Fuß höher kommt, um 2 Linien; noch 64 Fuß höher und also zusammen 186 Fuß über die Seefläche um 3 Linien u. s. f., daß allemal, wenn das Barometer um eine Linie fallen soll, eine Erhebung erfordert wird, die 2 Fuß mehr als die nächst vorhergehende Erhebung beträgt.

Nach dieser Regel hat Feuillee eine grosse Tafel verfertigt, die ich hier abgekürzt mittheilen will.

Höhe des Quecksilb.	Höhe über der Seefl.
28 Par. Zoll	0 P. Fuß
27	852
26	1992
25	3420
24	5136
23	7150
22	9442
21	12022
20	14890
19	18046
18	21490
17	25222
16	29242

In

h) Journal de Physiq. Tom. I p. 452 u. f.

In der That stimmt diese Regel auch mit einigen Beobachtungen in kleinen Höhen überein; aber in grossen Höhen fehlt sie ganz und gar. Der Pik von Teneriffa müßte nach ihr z. E. ungefähr 23000 Fuß hoch seyn, da ihn Feuillee's eigene Messung nur 13278 Fuß gab. Eben so würde der Pyrenäische Berg Kanigou 14269 Fuß hoch seyn, da auf ihm das Quecksilber bey 20 Zoll 2½ Lin. stand, und die Messung gab ihm nur 8646.

Jac. Cassini.

Da Mariottens Regel in grössern Höhen nicht eintreffen wollte, sann Cassini auf eine neue. In einer Abhandlung, die er der Pariser Akademie der Wissenschaften im Jahr 1733 übergab, nahm er daher an, die Ausdehnung der Luft verhalte sich verkehrt wie das Quadrat des Gewichts, das auf sie drückt [i]).

Wenn also der Druck der Luft an der Seefläche 28 Zoll Quecksilber und in der Höhe von 63 Fuß 37 Z. 11 Lin. gleich ist, so wird der Druck der Luft, wo sie vier mal dünner ist, 14 Zoll Quecksilber betragen. Setzt man also, wie das Quadrat von 28, d. i., wie 1 : 4, so die Ausdehnung oder die Dünne der Luft an der Seefläche, wo eine Linie Quecksilber mit 63 Fuß im Gleichgewichte steht, zu der Dünne der Luft, wenn sie nur mit dem halben Gewichte der Dunstkugel zusammengepreßt wird; so findet man auf diese Art 42 Toisen oder 252 Fuß für die Höhe der Luft, die zur Verminderung um eine Linie im Barometer alsdann gehört, daß man also, wenn die Luft wegen der Höhe schon so dünn geworden ist, daß sie nur 14 Zoll ent-

i) Mem. de l'Acad. Roy. des sc. de Paris pour 1733 p. 62.

enthalten kann, noch 252 Fuß höher steigen muß, wofern das Quecksilber auf 13 Zoll 11 Linien stehen soll.

Nach dieser Regel ist die Höhe, die mit 1 Zoll Falle im Barometer übereinstimmt

		130	Toisen
mit 2	Zoll	269	⸗
3	⸗	419	⸗
4	⸗	582	⸗
5	⸗	759	⸗
6	⸗	962	⸗
7	⸗	1173	⸗
8	⸗	1405	⸗
9	⸗	1662	⸗
10	⸗	1947	⸗

Cassini kam auf diese Regel, da er die Beobachtungen Plantade's und Feuillee's mit Maraldi's und Mariottens Regel vergleichen wollte. Seine bey dieser Gelegenheit verglichene Beobachtungen sind kurz folgende:

Barome=

	Barometerhöhen.		Unterschied von der Barometerhöhe, die zugleicher Zeit am Ufer des Meers beobachtet worden.		Höhen der Orte.
Von Plantade.	Zoll.	Lin.	Zoll.	Lin.	Toisen.
am 4 Aug. 1731 auf der Spitze des Canigou	20,	$2\frac{1}{2}$	7,	$11\frac{1}{2}$	1453
am 18 Aug. 1732 auf dem Berge Moussiet	20,	$10\frac{2}{3}$	7,	$1\frac{1}{3}$	1289
am 25 — auf der westlichen Spitze des Bergs St. Bartholomey	21,	$-\frac{1}{3}$	6,	$11\frac{2}{3}$	1190
Von dem P. Feuillee 1740 auf dem Pik von Teneriffa	17,	5	10,	7	2213

Mit diesen Unterschieden der Barometerhöhen rechnete Cassini nach seinen in den Abhandlungen der Akademie vom Jahre 1705 mitgetheilten zwey Tafeln. Die eine dieser Tafeln war nach Mariottens Grundsätzen berechnet, die andere von Maraldi verfertigt. Mit diesen Tafeln fand er die Beobachtungen Plantade's und Feuillee's nicht übereinstimmend. So waren die trigonometrisch bestimmten Höhen auf dem St. Bartholomäus Berge, auf dem Moussiet, auf dem Canigou und auf dem Pik von Teneriffa 1190, 1289, 1453 und 2213 Toisen. Nach Mariot-

tens

ten's Regel 1012, 1035, 1183 und 1686 Toisen. Nach Maraldi's Regel 1427, 1467, 1728 und 2624 Toisen.

Nachdem er hierauf nach der oben angeführten Hypothese eine neue Tafel berechnet hatte, verglich er die Resultate seiner Rechnungen aufs neue mit den trigonometrisch gefundenen Höhen einiger Oerter.

Ein Auszug daraus ist folgender:

	Höhen nach der trigonometrisch. Ausmessung.	Nach Cassini's Regel.
	Toisen.	Toisen.
Der Thurm auf Massane	397	354
Der Berg Buguarach	648	564
= = de la Coste	851	759
= = de la Courlande	838	759
= = St. Barthomâi	1190	1168
= = Moussllet	1289	1200
= = Canigou	1453	1394
Pik von Teneriffa	2213	2120

Cassini gesteht selbst, daß seine Regel nicht in allen Höhen eintrifft. Aus der vorhergehenden Vergleichung vermuthete er, die freye Luft möge sich wohl noch stärker als im umgekehrten Verhältniß der Quadrate der zusammendrückenden Kräfte ausdehnen, und er würde ohne Zweifel den Beobachtungen noch näher zu kommen gesucht haben, wenn sich bey den Unterschieden der Resultate dieser dritten Formel mit den wirklichen Höhen verglichen, etwa ein beständiges Gesetz hätte wahrnehmen lassen. Aber da die Unregelmässig-

mäßigkeit derselben zeigte, daß es unmöglich sey, die Beobachtungen nach einem allgemeinen und einfachen Gesetze zu vergleichen, so blieb er bey diesem Versuche stehen.

Daniel Bernoulli.

Der zehnte Abschnitt in Dan. Bernoulli's Hydrodynamik betrifft gegenwärtigen Gegenstand. Er führt die Aufschrift: De affectionibus atque motibus fluidorum elasticorum praecipue autem aëris. Dan. Bernoulli sah, wie wenig die Erfahrung mit den bisher angegebenen Regeln übereinstimmen, selbst mit denen, welche sich auf das Gesetz der Verdichtungen der Luft gründeten. Er suchte daher die Ursache dieser Abweichungen von diesem allgemeinen Gesetze aus dem Zustande der Luft herzuleiten, in welchem sich dieselbe befindet, in sofern sie die Atmosphäre ausmacht. Gleich anfangs trägt er eine Hypothese über die Natur der elastischen Materien vor. Fluida nunc elastica consideraturis, sagt er, licebit nobis talem iis affingere constitutionem, quae cum omnibus adhuc cognitis conveniat affectionibus, ut sic ad reliquas etiam nondum satis exploratas detur aditus. Fluidorum autem elasticorum praecipuae affectiones in eo positae sunt: 1° ut sint gravia, 2° ut se in omnes plagas explicent, nisi contineantur et 3° ut se continue magis magisque comprimi patiantur crescentibus potentiis compressionis.

Er stellt sich nämlich mit des Cartes vor, die Elasticität flüssiger Materien könne in einer sehr schnellen Bewegung ihrer Theile nach allen Richtungen bestehen und um zu beweisen, daß eine solche Bewegung ganz allein zur Erklärung hinreichend sey, nimmt er an, als sey eine Menge solcher Theilchen in einem hohen

hen Cylinder, unter einem beweglichen und mit einem gegebenen Gewichte beschwerten Deckel eingeschlossen, und dieser Deckel werde im Cylinder durch beständig wiederholte Stösse der Theilchen auf einer gewissen Höhe erhalten. Man sieht leicht ein, daß so die Theilchen den Deckel höher heben, wenn man das Gewicht, womit er beschwert ist, vermindert, und daß aus eben dem Grunde der Deckel sinken wird, und eben das durch die Theilchen in einen engern Raum zusammengedrückt werden werden, wenn man das den Deckel beschwerende Gewicht vermehrt. Durch ihre Schwere werden diese Theilchen auf den Boden des Cylinders eben so drücken, als ob sie gar keine Elasticität hätten, und beym Niedersinken des Deckels wird sich die Elasticität noch vermehren, da die Anzahl der Theilchen in Betrachtung des nunmehr kleinern Raums grösser wird, und jedes Theilchen nun öfter an den Deckel stößt.

Finge, sagt er, vas cylindricum verticaliter positum atque in illo operculum mobile, cui pondus P super incumbat: contineat cavitas ejus corpuscula minima motu rapidissimo hinc inde agitata: sic corpuscula, dum impingunt in operculum idemque suis sustinent impetibus continue repetitis fluidum componunt elasticum, quod remoto aut diminuto pondere P sese expandit: quod eodum aucto condensatur et quod in fundum horizontalem haud aliter gravitat, ac si nulla virtute elastica esset praeditum: sive enim quiescant corpuscula sive agiteutur, non mutant gravitatem, ita ut fundum tum pondus tum elasticitatem fluidi sustineat.

Tale igitur fluidum, fährt er jetzt fort, quod cum primariis convenit fluidorum elasticorum affectionibus, substituemus aëri atque sic alias, quae jam in aëre de-

detectae fuerunt, explicabimus aliasque nondum satis perpensas ulterius illustrabimus proprietates.

Corpuscula cavitate cylindri inclusa considerabimus tanquam numero infinita et cum spatium cavum occupant tunc aërem illa dicemus formare naturalem, ad cujus mensuras omnia sunt referenda: atque sic pondus P operculum detinens in hoc situ non differt a pressione atmosphaerae superincumbentis, quam proinde per P in sequentibus designabimus.

Notetur autem, hanc pressionem minime aequalem esse ponderi absoluto cylindri verticalis aërei operculo in atmosphaera superincumbentis, quod hactenus inconsiderate affirmarunt auctores: sed est pressio ista aequalis quartae proportionali ad superficiem terrae, magnitudinem operculi et ponderi totius atmosphaerae in superficiem terrae.

Quaeratur jam pondus Π, quod aërem ECDF in spatium ECDF condensare valeat, positis velocitatibus particularum in utroque aëre naturali scilicet et condensato, iisdem: sit autem $EC = 1$ et $eC = s$: cum vero operculum EF transponitur in ef, majorem a fluido patitur nisum duplici modo: primo quod numerus particularum ratione spatii, cui includuntur, major nunc est, et secundo quod quaevis particula saepius impulsum repetit; ut recte calculum ponamus incrementi quod a prima pendet causa, particulas considerabimus ceu quiescentes, atque numerum earum, quae operculo in situ EF sunt contiguae, faciemus $= n$, et erit numerus similis pro situ operculi in $ef = n : \left(\frac{eC}{EC}\right)^{\frac{2}{3}}$, seu $n : s^{\frac{2}{3}}$.

Notetur autem fluidum a nobis considerari non magis condensatum in parte inferiori, quam in supe-

riori, quale eſt, cum pondus P veluti infinite majus eſt pondere proprio fluidi. Perſpicuum hinc eſt, hoc nomine vim fluidi eſſe, ut ſunt numeri n et n : $5\frac{2}{3}$, id eſt ut $5\frac{2}{3} : 1$. Quod vero attinet ad alterum incrementum a ſecunda proveniens cauſa, invenitur id reſpiciendo motum particularum; atque ſic apparet impulſus eo ſaepius fieri quo proprius ad ſe invicem ſitae ſunt particulae: Erunt ſcilicet impulſuum numeri reciproce ut diſtantiae mediae inter ſuperficies particularum: Iſtaeque diſtantiae mediae ita determinabuntur.

Particulas ponemus eſſe ſphaericas, diſtantiamque mediam inter centra globulorum pro ſitu operculi EF vocabimus D; diametrumque globuli deſignabimus per d: ita erit diſtantia media inter ſuperficies globulorum $= D - d$: patet vero in ſitu operculi ef fore diſtantiam mediam inter centra globulorum $= D\sqrt[3]{5}$, atque proinde diſtantiam mediam inter ſuperficies globulorum $= D\sqrt[3]{5} - d$. Igitur reſpectu ſecundae cauſae erit vis aëris naturalis ECDF ad vim aëris compreſſi eCDF ut $\frac{1}{D-d} : \frac{1}{D\sqrt[3]{5}-d}$, ſeu ut $D\sqrt[3]{5} - d : D - d$. Conjunctis vero ambabus cauſis erunt praedictae vires ut $5\frac{2}{3} \times (D\sqrt[3]{5} - d) : D - d$.

Rationi D ad d aliam ſubſtituere poſſumus magis intelligibilem: nempe ſi putemus operculum EF pondere infinito depreſſum deſcendere usque in ſitum m n, in quo particulae omnes ſe tangunt, atque lineam m e vocemus m, erit $D : d = 1 : \sqrt[3]{m}$, qua ratione ſubſtituta erunt tandem vires aëris naturalis ECDF et compreſſi eCDf $= 5\frac{2}{3} \times (\sqrt[3]{5} - \sqrt[3]{m})$: 1

$: 1 - \sqrt[3]{m}$ seu ut $\varsigma - \sqrt[3]{m}\,\varsigma^2 : 1 = \sqrt[3]{m}$. Est

igitur $\Pi = \frac{1 - \sqrt[3]{m}}{\varsigma - \sqrt[3]{m}\,\varsigma^2} P.$

Aus diesen Grundsätzen beweist B. durch die Rechnung, daß sich die Räume, die eine elastische Materie, die sich ohne Ende zusammendrücken läßt, einnimmt, in umgekehrter Verhältniß der zusammendrückenden Kräfte befinden müssen. Ex omnibus phaenomenis, sagt er, judicare possumus, aërem naturalem admodum condensari posse et fere in spatiolum infinite parvum comprimi; facta igitur $m = 0$ fit $\Pi = \frac{P}{\varsigma}$, ita ut pondera comprimentia sint fere in ratione inversa spatiorum, quae aër diversimode compressus occupat; quod multiplex experientia confirmavit. Et potest certe haec regula, setzt er hinzu, tuto accipi in aëre rariore quam est naturalis; an vero etiam possit in aëre admodum densiori, non satis exploratum habeo: nec dum enim fuerunt experimenta ea accuratione, quae hic requiritur, instituta: unico opus est ad definiendum valorem literae m, sed eo accuratissime instituendo et quidem cum aëre vehementer compresso; gradus autem caloris in aëre, dum comprimitur, sollicite invariatus conservetur.

Dieser Begriff, den sich Dan. Bernoulli von der Elasticität flüssiger Materien und besonders der Luft macht, ist ohne Zweifel zur Erklärung der Erscheinungen hinreichender, als die Cartesianischen Vorstellungen von Spirallinien und Flocken. Aber die Federkraft der Luft wird nicht allein durch Verstärkung der zusammendrückenden Kraft, sondern auch durch die Wärme beträchtlich vermehrt. B. untersucht, wie groß die Wirkung dieser letztern Ursache

seyn müsse: er betrachtet die Vermehrung, welche sie in der Geschwindigkeit der Theilchen bewirkt, und findet so das Verhältniß des Wachsthums der Federkraft der Luft gleich dem Quadrate dieser vermehrten Geschwindigkeit.

Elasticitas aëris, drückt er sich aus, non solum a condensatione augetur, sed et ab aucto calore, et quia constat, calorem interdi ubique crescente motu particularum intestino, sequitur, elasticitatem aëris spatium non mutantis auctam, intensiorem arguere motum in particulis aëris, quod cum hypothesi nostra recte convenit: perspicuum enim est, eo majus requiri pondus P ad continendum aërem in situ ECDF, quo majori velocitate particulae aëreae agitantur: Imo non difficile est videre pondus P secuturum rationem duplicatam istius velocitatis, ideo quod ab aucta velocitate tum numerus impetuum tum intensitas eorundem aequaliter crescat, utrumque vero seorsim proportionale sit ponderi P. Igitur si velocitas particularum dicatur v, erit pondus, quod in situ operculi EF sustinere valet $= v^2 P$ et in situ ef $=$

$$\frac{1 - \sqrt[3]{m}}{\varsigma - \sqrt[3]{m\varsigma^2}} \times v^2 P \text{ vel proxime} = \frac{v^2 P}{\varsigma},$$ quia ut vidimus, m numerus admodum exiguus est ratione unitatis et numeri ς.

Istud theorema, quo indicatur, in omni aëre cujuscunque densitatis sed eodem caloris gradu praedito elasticitates esse ut densitates, atque proinde etiam incrementa elasticitatum, quae fiunt a calore aequaliter aucto, proportionalia esse densitatibus, istud inquam theorema experientia edoctus fuit D. *Amontonius* idemque recensuit Mem. de l'Acad. Roy. des sc. de Paris 1702. Affirmat porro aëris quem vocat temperatum,

tum, elaterem esse ad elaterem aëris ejusdem cum aqua bulliente caloris, proxime ut 3 ad 4 vel accuratius ut 55 : 73. At ego institutis experimentis cognovi aërem calidissimum, qualis maxime fervente in hisce terris est aestate, tanti nondum esse elateris, quantum D. *Amontons* aëri tribuit temperato; imo nec sub ipso aequatore aërem unquam ejus esse caloris mihi persuadeo. Meis autem magis fidendum esse puto experimentis, quam *Amontonianis*, ideo quod in his aër non conservarit suum volumen ejusque variationis nulla ab auctore habita fuerit ratio in calculo.

Und da Amontons Zubereitungen zu seinen Versuchen überhaupt einigen Fehlern ausgesetzt waren; so schlägt B. eine neue dazu vor, welche ungemein sinnreich ist und dasjenige vollkommen beweist, was hier zu beweisen ist:

Die folgenden Zeilen mögen eine Beschreibung derselben mit seinen eignen Worten enthalten:

(Fig. 1.) Barometro usus sum ordinario A C B E, idque hermetice sigillari curavi in m; hoc modo instrumentum mutavi in thermometrum aëreum mutationibus barometricis non obnoxium: Crescente enim calore intenditur elaterium aëris A m F altiorque fit columna mercurii B D, quam aër captus sustinet et si spatium A m F veluti infinitum censeri posset, esset calor in ratione altitudinis B D atque hujus thermometri ope poterit mensura caloris ubique specifice definiri. Si enim immergatur instrumentum aquae bullienti pluviali in situ verticali observeturque punctum G ad quod superficies mercurii ascendit; fueritque deinde alius caloris gradus qualiscunque definiendus, qui mercurium sustinuisse ad punctum D usque observatus fuerit, erit utique calor iste ad calorem aquae ferventis ut B D ad B G. Et cum ratio B D : B G constans sit,

quaecunque fuerit altitudo BG, erit idem caloris gradus, de quo sermo est, ubique locorum facile imitabilis. Poterit autem BG in centum aut mille dividi particulas atque hujusmodi particulis altitudo BD definiri. Nihil dico de modis hujusmodi thermometra sensibiliora reddendi; eorum quisque facile excogitabit plures qui volet. Curetur autem, ut altitudo BE non sit infra 4 pedes, imo ut major sit, si etiam aliorum fluidorum bullientium gradus caloris, qui saepe major est quam in aqua, experiri animus sit. Sin minora hujusmodi thermometra desiderentur, poterunt ea ita fieri, ut tempore sigillationis in m ampulla vitrea AF igni lampadis apponatur, ad rarefaciendum aërem in illa contentum, tumcque protinus sigillatio fiat et ne sigillationi mora injiciatur, poterit prius ampulla vitrea in tubulum capillarem duci, qui vel leviter flammae admotus illico conquiescat. Hoc modo thermometra obtinui non ultra quatuor aut sex pollices longa sed parvae virtutis: Caeterum multum refert, ut spatium ED sit ab omni aëre quantum fieri potest, vacuum, neque de isto vacuo satis certi erimus, cum viderimus in situ instrumenti horizontali mercurium extremitatem E attingere, quia fieri potest, ut aër, qui antea in spatio ED fuit, sese in poros mercurii recipiat, rursusque pristinum spatium occupit descendente mercurio: tutius erit examen admovendo partem DE flammae: si enim a calore flammae superficies D locum non mutet, indicium erit certum vacuum esse ab aëre spatium ED.

Ut igitur accuratissime fiat experimentum, ita procedendum erit: Fuerit superficies mercurii inferior in AF ducaturque horizontalis in AL: deinde pro caloris gradu qualicunque definiendo inclinetur instrumentum, donec superficies mercurii sit in puncto g (quod idem

idem est in quo mercurius subsistebat a gradu caloris aquae ferventis in situ thermometri verticali) tuncque capiatur mensura altitudinis verticalis g h, quae erit ad altitudinem GB vere, ut elater aëris, cujus calor definiendus est, ad elaterem aëris instar aquae ferventis calidi. Sic igitur calores erunt proprie in ratione altitudinum g h. Priusquam hoc argumentum abrumpam, notasse conveniet, quod loco caloris aquae bullientis thermometrum etiam possit certis et fixis mensuris fieri, si experimento densitas aëris exploretur seu ejus gravitas specifica simulque altitudo barometri notetur. Si enim thermometrum inclinetur, donec superficies mercurii fuerit in g et eo tempore altitudo barometri fuerit 28 poll. Paris. atque pes cubicus aëris, in quo thermometrum positum est, pondus habuerit 600 gran. Norimb. poterit altitudo verticalis g h ceu primus caloris gradus considerari. Si autem alio loco et tempore altitudo barometri fuerit 29 poll. Paris. et pondus pedis cub. aëris, qui ambit aliud thermometrum sit 500 gran. Norimb. ac denique superficies mercurii in thermometro rursus sit in g, erit altitudo verticalis primo caloris gradui conveniens $\frac{29 \cdot 600}{28 \cdot 500} \times g\,h$.

Nachdem Hr. B. diese allgemeine Betrachtungen über die Elasticität der Luft angestellt hat, wendet er sich zu dem, was sich in der Atmosphäre ereignet. Hier wird von ihm zuerst der senkrechte Druck der Luftsäulen und ihr Gleichgewicht sowohl unter einander selbst als auch mit dem Quecksilber im Barometer untersucht. Sint duo tubi aequalis amplitudinis verticales A C et B D uterque indefinitae altitudinis: Deinde finge tubulos strictiores horizontales a b, c d, e f, g h,

Im etc. numero veluti infinitos utrinque apertos et hiantes in tubos verticales.

(Fig. 2) Puta praeterea ubique aëreas particulas hos tubos occupantes eadem velocitate agitari, eundemque adeo caloris gradum habere: Ita dubium nullum est, quin funda A et B aequaliter premantur simulque ipsis aequale pondus (quod scilicet ipsum est pondus columnae aëreae indefinitae AC vel BD) superincumbat. Intelligis etiam, si in aequalibus altitudinibus veluti in g et h diaphragmata fingas atque abesse putes aërem inferiorem gA et hB, etiamnum ista diaphragmata utrinque aequaliter premi et aequalia esse pondera columnarum aërearum gC atque hD diaphragmatibus superjacentium. Si igitur pondus totius columnae aëreae AC vel BD dicatur A et pondus columnae aëreae gC vel hD ponatur B, erit pondus aëris inter A et g sive B et h intercepti = A — B, pondus fundo A vel B superjacens = A et pondus diaphragmati in g vel h incumbens = B.

Dies will wohl kurz so viel sagen: Man stelle sich die Luftsäulen der Atmosphäre durch zwey Röhren von gleichem Durchmesser vor, welche eine senkrechte Lage haben, oben offen sind, und durch kleine horizontal liegende Röhren mit einander verbunden sind. Haben nun die in beiden Röhren eingeschlossenen Lufttheilchen einerley Geschwindigkeit und einerley Grad der Wärme; so müssen nothwendig die Boden der beiden Röhren gleichen Druck leiden. Werden daher in diesen Röhren bewegliche Deckel angenommen, die in einer eben so hoch als in der andern stehen und mit einerley Gewichten beschwert sind; so stellen die Räume zwischen den Deckeln und Boden dieser verbundenen Röhren sphärische überall gleich weit von der Meeresfläche abstehende Luftschichten vor.

Aus

Aus hydrostatischen Gesetzen ist es alsdann einleuchtend, quaecunque fingatur velocitatum et calorum in singulis locis diversitas, nihilominus utrobique aequaliter pressum iri partes tubi in eadem altitudine positas, veluti in g et h, atque proinde diaphragmata, si fingantur utrobique in eadem altitudine posita, aequalem pressionem sustentura esse.

Hieraus zieht nun B. viele Folgerungen. Cum enim loca in eadem altitudine posita aequaliter a superincumbente aëre premantur, erunt densitates in locis homologis quibuscunque, veluti in g et h proxime in reciproca ratione quadrata velocitatum, quibus in illis locis particulae agitantur.

Consequens hinc est, ubique locorum eandem esse aëris pressionem in aequalibus a superficie maris altitudinibus, si atmosphaera in statu permanente aequilibrii posita nullisque agitata ventis putetur, quaecunque fuerit caloris differentia in diversis atmosphaerae partibus: Igitur ubique terrarum sub aequatore et sub polo eadem sit oportet altitudo mercurii in barometris, quae in superficie maris, aut in aequalibus super illam altitudinibus posita sunt, si atmosphaera nullis obnoxia sit mutationibus. Pono autem aquas a superficie maris terminatas ad commune aequilibrium esse positas, non quod id omnino necesse est, sed quod nulla adhuc observata fuerit differentia.

Jam notavi densitatem aëris in quovis tuborum verticalium loco pendere a calore respondente: Et cum diversi esse possint caloris gradus manente aequilibrio, diversae quoque esse poterunt densitates: ponantur itaque densitates in $g = D$, in $h = \delta$; finganturque utrobique duo strata altitudinis aequalis et infinite parvae dx, posita altitudine Ag vel $Bh = x$: ita erit pondus columnae aëreae $Ag = \int D dx$ et co-

lumnae Bh $= \int \delta dx$: atque hoc modo poterit tum integrae columnae, tum cujusvis partis pondus definiri. Interim apparet, minime requirere rei naturam, ut sint pondera columnarum AC et BD vel Ag et Bh vel denique gC et hD inter se aequalia, quamvis pressiones tam in funda A et B quam in diaphragmata g et h sint inter se aequales; mirum id primo intuitu quibusdam fortasse erit, fieri posse, ut fundum A aliam sustineat pressionem quam est pondus columnae aëreae indefinitae AC ei superincumbentis, quandoquidem omnibus in statu suo permanentibus, ut fere videtur, concipi possunt orificia a, c, e, g, etc. singula obturata, quo sane in casu dubium nullum est, quin pressio fundi A sit ipsum columnae aëreae superjacentis pondus: hunc vero scrupulum sibi quisque eximet hunc in modum: fingamus utramque columnam terminatae altitudinis (quamvis enim sine fine assurgant quamdiu particulae motum aliquem servant, attamen terminatae erunt, si eaedem particulae in suprema columnarum parte motu destitutae sint, sicque simplex fluidum grave omni elasticitate destitutum efficient) hoc posito apparet 1° columnam utramque ad communem assurgere altitudinem apertis tubulis transversalibus, qui ubique adsunt. 2° suprema strata utrobique esse aeque densa, quia sunt ad aequilibrium posita et communem habent altitudinem. Ex hoc jam obvium est, quare non liceat tubulos transversales considerare ceu obturatos, quod ostendere constitui. Perspicuum quoque est ex se, pressiones ubique proportionales esse ponderi supremi strati, ex quo consequens est, pressiones ab utraque parte aequales inter se esse sub aequalibus altitudinibus. Si jam columnae nusquam terminatae sint, licebit mente ultima concipere strata aut sub aequalibus altitudinibus

dia-

diaphragmata fingere utrobique aequali pondere onerata, sic ut nihil vi demonstrationis inde decedat.

Igitur quum in barometro ex loco humiliori veluti A in altiorem g transportato mercurius descendit, non sequitur pondus columnae mercurialis, quae in barometro descendit, aequale esse ponderi columnae aëreae ejusdem diametri et altitudinis Ag, quod ab aliquibus ita asseritur. Et profecto caeteris paribus columna mercurii descendens eadem erit tam tempore hyemali quam aestivo cum ex sententia illa deberet tempore calido esse minor, quam tempore frigido: Eadem quoque erit in locis meridionalibus et septentrionalibus.

Patet exinde, quid censendum sit de illa methodo, qua in Anglia aliquando usos esse recenset D. *Du Hamel* in hist. Acad. sc. Paris. ad indagandam rationem inter gravitates specificas aëris et mercurii observata nimirum altitudine mercurii in loco humiliori, tum etiam in altiori, gravitates specificas in aëre et mercurio statuerunt, ut erat differentia altitudinum mercurii in barometro ad altitudinem inter locos observationum interceptam: Etiamsi aër ejusdem densitatis ponatur ab imo observationis loco ad alterum usque, non licet tamen inde judicare de ejus gravitate specifica ratione mercurii. Quicquid ab experimento colligere licet, hoc solum est: Consideremus scilicet integram crustam aëream terram ambientem atque inter ambo observationis loca interceptam et erit pondus istius crustae ad superficiem terrae, ut pondus columnae mercurialis, qualis in barometro descendit ad basin ejus; manifesta haec sunt ex eo, quod summa basium A et B sustinet quidem summam ponderum, quae habent columnae aëreae AC et BD neque tamen quaevis basis premitur suae columnae pondere seorsim et

quod

quod idem resectis columnis Ag et Bh intelligi debet de columnis gC et hD diaphragmatis in g et h positis, incumbentibus. Igitur experimentum non tam gravitatem specificam aëris, in quo factum est, indicat, quam omnis aëris terrae proximi gravitatem specificam mediam determinat; prior admodum variabilis est, altera procul dubio constanter eadem fere permanet.

Die Trägheit der Luft aber unterbricht die Gleichheit des Drucks der Säulen auf die Böden der Röhren. Durch sie wird in allen Stellen, wo die Wärme zunimmt, eine Vermehrung des Drucks einen Augenblick hindurch bewirkt, welche in der Röhre am stärksten ist, die die wärmste Luft enthält. Dieses hält Bernoulli für die einzige Ursache, wodurch ein Unterschied im Stande zweyer Barometer entstehen könnte, die auf den Böden beyder Röhren stünden. Sie würden ausserdem beyde allezeit einerley Druck erleiden, indem jedes die Hälfte des Gewichts beyder Luftsäulen zusammengenommen tragen würde. Erhebt man die Barometer in beyden Röhren auf gleiche Höhen; so wird das Quecksilber im einen soviel als im andern fallen, weil die untere Luft nicht mehr auf sie drückt. Nimmt aber in dieser untern Luft die Wärme zu; so muß sie sich in einen grössern Raum ausdehnen, und da diese Ausdehnung nur oberwärts geschehen kann; so wird sich ein Theil der untern Luft über die Barometer erheben; das Quecksilber wird also verhältnißmässig steigen, und diese Veränderung der Höhe wird in beyden Barometern gleich seyn, ob sich gleich die Wärme nicht gleichförmig austheilt. Dies ist kurz dasjenige, was B. im 17ten, 18ten und 19ten §. des genannten Abschnitts seiner Hydrodynamik sagen will. Er erläutert dies mehr durch Buchstaben und Rechnungen.

Con-

Considerabimus, sagt er, duo barometro utrobique in imo aëris loco posita, alterum in A, alterum in C et in utroque mercurium ad eandem altitudinem suspensum ponemus: Postea in A subito aërem admodum calefieri fingamus: Ita videmus fore, ut idem aër rarefiat; neque tamen inde ulla barometri mutatio proditura esset, si nullam aër haberet inertiam ad motum, etiamsi omnis aër ex AC in BD transpellatur: posita autem ista inertia, supervenit quaedam pressio in omnes plagas eaque maxime sensibilis in regione A. Crescet igitur ad tempus altitudo mercurii in utroque barometro, magisque crescet in A quam in B. Contrarium erit, si extemplo magna quaedam aëris massa barometro A vel B vicina a frigore condensetur.

Haec unica videtur causa, quae aliquam in barometris in A vel B positis efficere possit mutationem, quia hac remota funda A et B semper aequaliter premuntur, nempe unusquisque pondere, quod sit dimidium columnarum aërearum AC et BD simul sumtarum, quae quidem ponderum summa constans est. Si haec ad atmosphaeram applicare velimus, notandum est funda A et B repraesentare loca ima atmosphaerae, quae quidem in superficie terrae posita forent, si aër terrae viscera penetrare nequiret: quia vero res secus se habet, erunt loca fundis A et B analoga intra superficiem terrae censenda.

Putentur nunc barometra in g et h posita; sitque in ambobus mercurius ad eandem altitudinem suspensus: his positis causa fingatur supervenire, qua columna Ag sive sola sive conjunctim cum socia Bh calefiat atque sese expandat. His perspicuum est, si vel nulla aëris sit inertia, fore, ut pressiones aëris in g et h crescant, quia his locis major nunc aëris quantitas super-

pereminet quam antea; accessit nimirum pondus omnis aëris, qui ex Ag et Bh a calore fuit sursum propulsus. Atque ut haec symbolis judicemus; faciemus pondus columnae Ag, antequam novus caloris gradus superveniret, $= A$, alterius Bh $= \alpha$, pondus columnae gC $= B$, columnae hD $= \beta$: pondus columnae Ag rarefactae $= C$, pondus columnae Bh itidem rarefactae $= \gamma$, altitudo mercurii in g ante expansionem aëris Ag et Bh $= l$, altitudo similis post istam expansionem $= x$ et habebimus hanc analogiam:

$$B + \beta : l = B + A - C + \beta + \alpha - \gamma : x$$

unde est $x = \frac{B + A - C + \beta + \alpha - \gamma}{B + \beta} l$. Igitur ascendet mercurius ab rarefacto aëre inferiore per altitudinem $x - l = \frac{A - C + \alpha - \gamma}{B + \beta} l =$ (positis omnibus in utroque tubo paribus) $\frac{A - C}{B} l$. Refrigescente autem rursus aëre in Ag et Bh, iterum descendet mercurius in utroque barometro.

Notandum hic est, posse hoc modo a parvula caloris mutatione in Ag atque Bh notabilem oriri in barometro variationem ob insignem aëris densitatem in partibus inferioribus, qua fieri potest, ut in parte Ag multo plus aëris contineatur (imo infinities, si aër vi infinita pressus in infinite parvum spatium condensari ponatur) quam in reliqua gC, etiamsi longitudine infinita. Unde si pondus A admodum majus sit pondere B, simulque manente causa aërem rarefaciente, pondus C datam servet rationem ad A, quod ita fere fit, apparet ascensum mercurii a minimo caloris gradu superveniente in Ag posse utcunque magnum esse.

Equi-

Equidem si fingatur, partes A g et B h strictiores admodum esse prae amplitudinibus in g C et h D, intelligitur variationes barometri ab aucto diminutove caloris gradu in A g et B h ita fieri minus notabiles, quia pondera A et α ipsaque C et γ prioribus proportionalia hoc modo decrescunt; attamen variationes barometricae, quae ab hac causa proveniant, etiamnum utcunque magnae concipi poterunt.

Die beyden Röhren, in denen die Wirkungen der Elasticität der Luft betrachtet werden, stellen hier allezeit die ganze Atmosphäre vor, und eben so wird der Boden der Röhren die Grundfläche der Atmosphäre vorstellen. Da nun, schließt B., nach den vorausgeschickten Grundsätzen die Barometerhöhe in allen ihren Stellen stets einerley seyn muß, auf der Oberfläche der Erde dieselbe aber veränderlich ist; so kann diese nicht die Grundfläche der Atmosphäre seyn.

Die grossen Veränderungen in der Dichte der Atmosphäre werden nach Bernoulli's Meinung durch die Wärme hervorgebracht. Jede dieser Veränderungen in einerley sphärischem Schicht werden, glaubt er, sich fast allezeit mit einander aufheben und so also jede Schicht eine unveränderliche Wärme haben. Si aequalis esset, sagt er, ubique calor, forent utique densitatibus ad sensus proportionales, responderentque altitudines verticales logarithmis altitudinum barometricarum: at vero id experimentis repugnare pono: neque tamen crediderim in duobus locis parum a se invicem dissitis notabilem intercedere posse caloris differentiam, quia calor in corpore rariore, ut est aër, mox uniformiter distribuitur, nisi perpetua adsit causa, quae aërem vicinum calefaciat.

Ohne Zweifel glaubte er sich aus diesem Grunde berechtigt, den Unterschied zwischen den Barometerstän-

den

den an zweyen Oertern von verschiedener Höhe als stets einerley annehmen zu können. Nach ihm zeigt also das Barometer nicht sowohl die eigenthümliche Schwere der Luft, in welcher es steht, als vielmehr die mittlere eigenthümliche Schwere der ganzen Atmosphäre an; erstere ist sehr veränderlich, letztere aber ohne Zweifel fast immer einerley.

Man kann die Sätze Bernoulli's, mit Hrn. de Lüc leicht in zwey Klassen bringen. Erstere geht die Eigenschaften und Bewegungen elastischer Materien überhaupt, die andere die Atmosphäre insonderheit an. Zur erstern gehören die Sätze: Flüssige Materien sind elastisch, wenn sich schon ihre Theilchen nach allen Richtungen sehr schnell bewegen. Die ausdehnende Kraft dieser flüssigen Materien kann durch zwey Ursachen verstärkt werden, wenn nämlich entweder eine grössere Anzahl von Theilen in einerley Raum zusammengedrängt oder die Geschwindigkeit derselben vermehrt wird. Die erste dieser Ursachen bringt eine Verdichtung hervor, und wenn man annimmt, die Materie lasse sich bis ins unendliche verdichten; so ist die daraus entstehende Federkraft allezeit in umgekehrter Verhältniß des Raums, den einerley Anzahl von Theilen einnimmt, womit die Erfahrung auch völlig übereinstimmt. Die Dichte einer elastischen Materie wächst in der Verhältniß der zusammendrückenden Kraft. In eben dieser Verhältniß wirken auch die Theile der Materie auf einander selbst, weil immer die untern Schichten von den obern zusammengedrückt werden. Auf den Boden drückt eine elastische flüssige Materie bloß durch ihr Gewicht. Die Wärme giebt den Theilchen eine grössere Geschwindigkeit, und dadurch wächst ihr Stossen, wie das Quadrat der Geschwindigkeiten. Die Wirkungen dieser letztern Ursachen verhalten sich,

wie

wie die Anzahl der stossenden Theilchen, d. i. wie die Dichte. Also ist die Verhältniß der Elasticitäten flüssiger Materien aus der einfachen ihrer Dichten und der doppelten der Geschwindigkeiten ihrer Theilchen zusammengesetzt. Schließt man eine elastische flüssige Materie in zwey senkrecht stehende Röhren von einerley Länge, welche mit einander durch kleine wagrecht liegende Röhren verbunden sind; so kann die Geschwindigkeit der Theilchen in der einen Röhre durch die Wärme zunehmen, ohne daß dadurch die Elasticität in beiden Röhren ungleich würde, weil in der andern Röhre die Dichte verhältnißmässig grösser wird. Nimmt man endlich in beiden Röhren bewegliche Dekkel an, die gleich hoch stehn und mit gleichen Gewichten beschwert sind; so bleibt der Druck auf den Boden der Röhre immer einerley, die Geschwindigkeit der Theilchen mag in der ganzen Materie oder nur an einer einzigen Stelle zunehmen, wie sie wolle.

Zur andern Klassen gehören die Sätze, welche die Atmosphäre angehn, mit welchen die Erfahrung nicht sowohl als mit den ersten übereinzustimmen scheint. Nach Bernoulli soll nämlich der Druck der Atmosphäre auf die Grundfläche allezeit und in allen Orten gleich seyn, und da man doch am Barometer sieht, daß sich dieser Druck auf der Oberfläche der Erde ändere; so soll diese Grundfläche noch eine gewisse Tiefe unter die Meeresfläche haben. Ferner sollen die Barometerveränderungen auf der Oberfläche der Erde von den Ausdehnungen und Verdichtungen einzelner Theile der Atmosphäre herkommen, die innerhalb der Erdkugel eingeschlossen sind. Jede sphärische Luftschicht, die von der Erde gleich weit absteht, soll die untern überall gleich stark drücken. Veränderungen der Geschwindigkeit der Theilchen in irgend einem Theile ei-

ner Schicht sollen bald verhältnißmässige Veränderungen der Dichte in allen übrigen Theilen derselben Schicht hervorbringen, so daß die Elasticität, die sich in zusammengesetzter Verhältniß der Dichten und der Quadrate der Geschwindigkeiten befindet, in gleichen Höhen allezeit gleich groß bleibe. Ausserdem sollen sich die Vermehrungen und Verminderungen der Wärme in jeder Schicht mit hinlänglicher Genauigkeit gegen einander aufheben, so daß die mittlern Geschwindigkeiten der Theilchen, die mittlern Dichten und die Elasticität in jeder Schicht der Atmosphäre beinahe immer einerley bleiben, und endlich soll der Unterschied der Barometerstände an Orten von verschiedener Höhe, den Unterschied der mittlern Dichten und Geschwindigkeiten, d. i. den Unterschied der Elasticität der Luft in den beiden Schichten, worin diese Orte liegen, anzeigen; und dieser soll also zu allen Zeiten einerley bleiben.

Jetzt lese man §. 23., wo Bernoulli seinen obigen Grundsätzen zufolge besonders die Meinung der Physiker, daß die Höhen der Orte sich nach der Verhältniß der Logarithmen von den Barometerhöhen richten, beurtheilt.

Diese Hypothese, findet er, kann nicht mit der Erfahrung übereinstimmen, da sie auf den Satz beruht, daß sich die Dichte der Luft überall, wie die zusammendrückende Kraft verhalte.

Experimenta, setzt er hinzu, regulae plane sunt contraria; igitur non est ubique idem caloris gradus per totam columnae aëreae verticalis altitudinem, quod ut nunc planum faciam, apponam experimenta quaedam accurate, ut mihi persuadeo, instituta, sed tamen, quod doleo, diversis temporibus locisque; utique instituto nostro convenirent experimenta eodem tem-

tempore in eodemque monte, diversis tantum altitudinibus sumta; talia autem, nisi pro mediocribus locorum altitudinibus, nulla adhuc, quantum scio, extant cum omnibus quae scire oportet circumstantiis.

I. In altitudine 1070 ped. Paris. a superficie maris barometrum descendit $16\frac{1}{3}$ lin. cum in superficie maris altitudinem teneret 28 poll. $4\frac{3}{4}$ lin. Igitur posita elasticitate aëris in superficie maris, ut deinceps semper ponam = 1; inventa fuit elasticitas in loco superiori, quam designabo per E = 0,9520.

II. In altitudine a superficie maris 1542 ped. Paris. descendit mercurius in barometro $21\frac{1}{2}$ lin. qui in mari ad altitud 28 poll. 2 lin. suspensus haesit: hic igitur fuit E = 0,9364.

III. In altitudine montis Pici super Insula Teneriffa 13158 ped. Paris. a superficie maris stetit mercurius ad altitudinem 17 poll. 5 lin. dum in superficie maris teneret altit. 27 poll. 10 lin. unde eo in loco fuit E = 0,6257.

IV. Si in minoribus altitudinibus accurate descensus mercurii observentur, reperitur, descensum unius lineae respondere altitudini 65 aut 66 ped. Igitur in altitudine 65 ped. est E = 0,9970. Hierauf berechnet Bernoulli eben dieses nach der Methode der Logarithmen, und findet den Unterschied so beträchtlich, daß er dieselbe gänzlich verwirft. Ut jam pateat, sagt er, quousque haec cum positione logarithmicae seu scalae altitudinum elasticitatibus respondentium conveniant, ponemus altitudinem loci a superficie maris certo numero pedum Parisinorum definiendam = x; elaterem aëris in superficie maris designabimus per 1, et elaterem aëris in altitudine x ponemus = E. Notetur autem atmosphaeram nunc nobis considerari invariatam aut saltem sibi constanter si-

milem, ita ut elateres aëris in superficie maris et in altitudine quacunque x constantem servent rationem. Si enim admodum inaequaliter in diversis atmosphaerae altitudinibus, nulla servata proportione elateres inconstantia temporis mutentur, sane nulla excogitari poterit regula. His praemissis ponamus nunc aequationem $\alpha \log E = x$ ubi coefficiens α unica determinabitur observatione: utamur observatione prima et erit $\alpha \log 0{,}9520 = 1070$, hincque $\alpha = -50194$. Igitur pro hoc negotio, si logarithmica satisfacere debeat, ponendum esset $-50195 \log. E = x$ sive $\log. \frac{1}{E} = \frac{x}{50194}$. Ad hujus autem aequationis normam, si ponatur pro secunda observatione $x = 1542$, invenitur $E = 0{,}9317$, ipsa autem observatio indicat $E = 0{,}9364$: differentia inter hypothesin et observationem est plus quam sesquilineae, quae sane notabilis est respectu habito ad differentiam parvam altitudinum verticalium.

Si jam porro pro tertia observatione ponatur $x = 0{,}5469$, dum experimentum indicavit $E = 0{,}6257$: quae differentia nimia est, quam ut ullo modo logarithmica servari possit: valet enim haec differentia plus quam duos pollices cum duabus lineis.

Bernoulli schließt hieraus, daß man überhaupt kaum hoffen dürfe, das wahre Gesetz zu entdecken, dem die Natur hier folge. Jedoch bemüht er sich eine Formel zu finden, auf welche sich die vier angezeigten Beobachtungen bringen lassen: Rejecta logarithmica consequens est, elasticitates in diversis atmosphaerae altitudinibus nequaquam esse densitatibus proportionales, aut quod eodem recidit, diversum esse in diversis altitudinibus medium caloris gradum. Aliae igitur

tur ab aliis, quibus defectus iste probe fuit notatus, fuerunt excogitatae regulae: earum tamen nulla ad experimentum (III) satis accomodata dici potest. Veram, quam natura sequatur, legem invenire, rem esse puto vix sperandam: quis enim aliter quam levibus conjecturis assequetur rationem velocitatum mediarum in particulis aëris: Incidi tamen forte in aliquam hypothesin, quae phaenomenis non male respondet: prius autem pro quacunque velocitatum lege curvam dabo, quam ad specialem istam hypothesin descendam.

Sit linea verticalis AD (Fig. 3.); QF horizontalis radat superficiem maris: Denotet BF velocitatem mediam particularum aërearum in superficie maris: BM densitatem mediam et BQ elasticitatem, quae in omni loco aeque alto eadem est. Deinde per puncta F, M, Q ductae concipiantur curvae EFH, LMO, PQS ceu scalae, quae in omnibus altitudinibus, veluti BC applicatis CG, CN, CR denotent velocitates medias particularum aërearum, densitates medias et elasticitates medias. Datis nunc duabus curvis tertiam licet determinare ex eo, quod elasticitates sint proxime in ratione composita ex quadrato velocitatum modo dictarum et simplici densitatum.

Ipse quidem monui praedicto loco, hanc proportionem non posse exacte esse veram, quia aër quidem elaterem potest habere infinitum seu vi infinita comprimi, non potest autem in spatium plane infinite parvum condensari: quia tamen in aëre qui sit naturali vel quadruplo densior, haec proprietas, quod nempe elasticitates sint in ratione composita ex quadrato velocitatum particularum et simplici densitatum experimentis etiamnum ad sensus omnino respondere visa fuit, illa sine ullo sensibili errore uti poterimus pro

 aëre

aëre naturali atmosphaerae mari incumbentis, siquidem eo accuratius vera sit quo rarior est aër. His ad calculum praeparatis ponemus $BF = a$, $BM = b$, $BQ = c$, $BC = x$, $Cc = dx$, $CG = b$, $CN = z$, $CR = y$ et erit $y : c = v^2 z : a^2 b$ seu $y = \frac{cv^2 z}{a^2 b}$. Quia porro elasticitatis mensura est pondus superincumbentis aëris, erit $qR(-dy) =$ ponderi strati aërei intercepti inter C et c, quod proportionale est aëris densitati z et altitudini strati dx: est igitur $-dy = \frac{z\,dx}{n}$ seu $z = -\frac{n\,dy}{dx}$, quo valore substituto in aequatione $y = \frac{cv^2 z}{a^2 b}$ habetur $y = \frac{cv^2}{a^2 b} \times -\frac{n\,dy}{dx}$ vel $-\frac{dy}{y} = \frac{a^2 b\,dx}{ncv^2}$.

So untersucht Bernoulli die Natur dreyer krummen Linien, die um einerley Axe beschrieben werden, deren Abscissen die Höhen sind. Die eine derselben stellt die zugehörigen mittlern Geschwindigkeiten, die andere die mittlern Dichten, die dritte die Elasticitäten dar. Sind zwey von diesen Linien gegeben; so kann man die 3te aus dem Satze finden, daß sich die Elasticitäten, wie die Produkte aus den Dichten in die Quadrate der Geschwindigkeiten verhalten. Durch Rechnung findet er hierauf, daß die vier oben erwähnten Beobachtungen eine Axe erfordern, deren Scheitel 22000 Fuß tief unter der Oberfläche der Erde liegen.

Nämlich si ponatur velocitas particularum aërearum in omni altitudine eadem, nempe $= a$, fiet $-$

dy

$\frac{dy}{y} = \frac{b\,dx}{nc}$, vel facta debita integratione $\log\frac{c}{y} = \frac{bx}{nc}$. Istam vero hypothesin non satis experimentis confirmavit. Igitur alia tentata posui $v = \sqrt{(a^2 + mx)}$ vel $v^2 = a^2 + mx$, quae lex est in motibus corporum libere cadentium: neque ist sine successu; ita vero fit $-\frac{dy}{y} = \frac{a^2 b\,dx}{na^2 c + mncx}$ vel $\log\frac{c}{y} = \frac{a^2 b}{mnc}\log\frac{a^2 + mx}{a^2}$. In hac aequatione paullo generaliori in qua m et n etiamnum arbitrariae sunt, porro periculum feci, num non posset poni $\frac{a^2 b}{mnc} = 1$; atque id etiam apte fieri vidi: sic vero obtinui $\log\frac{c}{y} = \frac{a^2 + mx}{a^2}$ vel $\frac{c}{y} = \frac{a^2 + mx}{a^2}$ aut $\frac{y}{c} = \frac{a^2}{a^2 + mx}$. Indicat ista hypothesis, esse elasticitates aëris ubique in ratione reciproca quadrata velocitatum, quibus particulae aëreae agitantur, sive esse CR ad BQ, ut BF^2 ad CG^2, atque cum EFH ex hypothesi parabola esset super axe AD verticem habens infra punctum B ad distantiam $\frac{a^2}{m}$, sequitur esse curvam PQS hyberbolam; Dictam vero distantiam $\frac{a^2}{m}$ sumendam esse $= 22000$ pedum animadverti; Inde talis jam prodit aequatio specifica $\frac{y}{c} = \frac{22000}{22000 + x}$.

Pro curva vero LMO invenitur $\frac{z}{b} = \frac{a^2 y}{c v^2}$ seu (quoniam $\frac{a^2}{v^2} = \frac{22000}{22000 + x} = \frac{y}{c}$) prodit post hanc substitutionem $\frac{z}{b} = \left(\frac{22000}{22000 + x}\right)^2$.

Um nun die Hypothese, durch welche die vier Beobachtungen übereinstimmend gemacht worden sind, allgemein zu erweisen, sucht Bernoulli zu erklären, wie es möglich sey, daß die mittlere Geschwindigkeit der Lufttheilchen, oder, welches auf eins hinauskommt, die mittlere Wärme der Luftschichten desto grösser werde, je höher sie über der Meeresfläche erhaben seyen. Den Zustand der freyen Atmosphäre dürfe man, behauptet er, in Absicht auf die Wärme nicht nach demjenigen beurtheilen, was man auf den Bergen wahrnimmt, wo besondere Ursachen mitwirken können; ob man gleich daselbst eine beständige Verminderung der Wärme in höhern Gegenden finde, so sey es doch keinesweges ungereimt anzunehmen, daß in der freyen Atmosphäre die mittlere Wärme immer zunähme, je mehr man sich über die Meeresfläche erhebe. So glaubt er auch, es lasse sich annehmen, die Luft an der Erdfläche sey unter den Polen zehnmal dichter, als unter dem Aequator; dieser Unterschied aber verliere sich nach und nach in grössern Höhen.

Die Dichte der Luft müßte also von unten hinauf unter den Polen weit schneller, als unter dem Aequator abnehmen, so daß dieses Abnehmen unter den Polen in kleinen Höhen wohl nach der Verhältniß $(22000 + x)^4 : 22000^4$ fortgehen könnte, weil daselbst die Wärme in der Höhe sehr stark zunehmen müß-

müßte, da es unter dem Aequator aus entgegengesetzten Ursachen oft kaum merklich seyn möge. Doch viele der Leser möchten ihn wohl selbst zu hören verlangen.

Ut appareat, sagt er, quousque hypothesis nostra conveniat cum experimentis, ponemus in aequatione pro elasticitatibus successive pro x, 1070; 1542; 13158, et 65; ita invenitur respective $\frac{y}{c} =$ 0,9536; $\frac{y}{c} =$ 0,9345; $\frac{y}{c} =$ 0,6257 atque $\frac{y}{c} =$ 0,99705: observationes autem indicant $\frac{y}{c}$ = 0,9520; $\frac{y}{c} =$ 0,93645 $\frac{y}{c} =$ 0,6257 atque $\frac{y}{c} =$ 0,9970. Observatio tertia aliis hypothesibus inimicissima cum nostra plane conspirat, nec reliquae plus quam 0,0019 particulis dissentiunt, quae in altitudine barometri tres quintas unius lineae partes valent. Nemo autem, qui expertus fuerit, quam vagae et parum inter se consentientes fuerint observationes barometricae, tantillam differentiam admodum curabit. Ipse interim hanc rem non aliter quam hypothesin precariam considero, neque aliam ob causam calculum praecedentem praemisi, quam ut rationem darem, qua fieri possit, ut altitudines verticales non respondeant logarithmis altitudinum barometricarum, prouti deberet fieri si per totam atmosphaeram uniformis esset calor: instituto enim calculo factaque comparatione ejus cum experimentis, mihi videre visus sum, non posse rem hanc a diversa particularum aërearum gravitatione in diversis a centro terrae distan-

 tiis

tiis sufficienter explicari, prouti *Newtonus* tentavit statuendo gravitationes harum particularum decrescere in ratione quadrata distantiarum a centro terrae, quae hypothesis in altitudinibus 13000 pedes Paris. non excurrentibus sensibilem differentiam non efficit ab hypothesi uniformis gravitationis. Similiter ego aliquando incidi in opinionem, auctam vim centrifugam particularum aërearum in majoribus altitudinibus aliquid hic contribuere posse; at pariter instituto calculo opinioni huic non amplius adhaesi. Interim non puto, absurdum esse, si dicamus calorem aëris medium eo majorem esse, quo magis a superficie maris distet. Velim autem, ut probe notetur, hic sermonem esse de calore medio in libera atmosphaera: sic enim fieri potest, ut calor realis quidem in montibus non crescat ex causis aliis, nec tamen inde hypothesis evertatur, pondus columnae mercurii in barometro non praecise censendum esse aequale ponderi columnae aëreae in illa regione sumtae, sed ponderi medio omnium columnarum terrae insistentium. De diversis densitatibus itaque sic sentio.

Si aequalis esset ubique calor, forent utique elasticitatibus ad sensus proportionales, responderentque altitudines verticales logarithmis altitudinum barometricarum. At vero id experimentis repugnare pono: neque tamen crediderim in duobus locis parum a se invicem dissitis notabilem intercedere posse caloris differentiam; quia calor in corpore rariore ut est aër, mox uniformiter distribuitur, nisi perpetua adsit causa, quae aërem vicinum calefaciat.

Alia autem res est in locis remotioribus, nec enim absurdum puto, aërem vel decies densiorem statuere sub polis, quam sub aequatore, si modo aër utrobique accipiatur superficiei terrae proximus; at in

mag-

magnis altitudinibus minor utique erit differentia inter densitatem aëris qui polis et ejus, qui aequatori respondet ceteris paribus, et propterea inaequaliter admodum decrescent a superficie terrae densitates aëris et multo magis decrescent sub polis quam sub aequatore: hoc igitur modo fieri posset, ut sub polis densitates aëris reales in parvis altitudinibus decrescant in ratione ut $(22000 + x)^4$ ad 22000^4 ob auctum calorem, et sub aequatore vix sensibiliter decrescant ob diminutum calorem, quae caloris diminutio prope aequatorem confirmatur ex eo quod culmen montis Pici per decem fere mensium spatium sit nive obtectum, dum in ipsa Teneriffae insula nunquam ut ferunt ningit. Igitur non absurde densitates mediae censeri possunt diminui in ratione ut $(22000 + x)^2$ ad 22000^2; dum elasticitates ubique decrescant in ratione ut $22000 + x$ ad 22000; neque enim hae in iisdem a superficie terrae altitudinibus differre possunt, nisi a causis fortuito supervenientibus et parum durantibus.

Die Anwendung seiner Formel auf die Höhenmessungen mit dem Barometer zeigt Bernoulli nicht; aber sie ist leicht aus seinen Sätzen zu finden. Nach ihm verhält sich nämlich die Luftelasticität an verschiedenen Orten, wie die Barometerhöhe. Nun setzt er die Höhen über der Meeresfläche $= x$, und nimmt an, die Elasticität der Luft in diesen Höhen verhalte sich zu ihrer Elasticität am Ufer des Meers $= 22000 : 22000 + x$. Es wird sich folglich auch die Barometerhöhe eines gegebenen Orts zur Barometerhöhe am Ufer des Meers verhalten $= 22000 : 22000 + x$.

Die Höhe des Orts über der Meeresfläche wird also nach ihm leicht durch folgende Analogie gefunden: Wie sich die beobachtete Barometerhöhe zur Barometer-

terhöhe am Meeresufer (welche man = 28″ setzen kann) verhält; so verhält sich 22000 zur Höhe des Orts der Beobachtung über einen festen Punkt, der 22000 Fuß unter der Meeresfläche liegt.

Mit der zur Richtschnur angenommenen Erfahrung stimmt diese Bernoullische Regel ganz vortrefflich überein; aber wählt man statt der obigen andere, so wird man bald die Unzulänglichkeit derselben einsehen, und man würde sich genöthigt sehen, für jede neue Wahl auch eine neue Hypothese zu machen.

Auch bemerkt Herr de Lüc mit Recht, daß man die unterirrdische in dem Innern der Erde eingeschlossene Luft nicht als einen Theil der freyen Atmosphäre ansehen könne, daß man also auch für die Grundfläche der Atmosphäre nichts anders als die Oberfläche der Erde selbst annehmen dürfe. Ferner daß daher der Druck der Atmosphäre auf ihre Grundfläche beträchtlichen Veränderungen unterworfen sey, wie das Steigen und Fallen des Barometers auf der Erdoberfläche beweist. Endlich daß man wegen des Unterschieds der gleichzeitigen Barometerveränderungen an Orten, die nahe an einander liegen, die Meinung Bernoulli's nicht annehmen könne, daß sich die Wirkungen der Verminderung und Vermehrung der Wärme in jeder Luftschicht gegen einander aufheben sollten.

Ausserdem müßte sich, wenn Bernoulli's Formel allgemein wäre, an zwey Orten von ungleicher Höhe immer einerley Unterschied in den Barometerhöhen finden, und doch kann man durch eine grosse Menge von Beobachtungen erweisen, daß sich dieser Unterschied merklich ändere, und dann nimmt B. als einen Grundsatz an, die Barometerhöhe sey stets der Elasticität der Luft proportional, da doch die Erfahrung gezeigt hat, daß bloß die Dichte der Luft als unmit-

tel-

telbare Ursache das Quecksilber im Barometer erhalte, und daß dasselbe allezeit in der Verhältniß falle, in welcher diese Dichte abnimmt, die Ursache ihres Abnehmens sey übrigens, welche sie wolle.

Die Herrn Scheuchzer.

In den Philosophical Transactions k) findet sich eine Abhandlung, die Joh. Gottfr. Scheuchzer im Jahr 1727 der königl. Societät zu London übergab. Darin werden die Beobachtungen seines Vaters Joh. Jac. Scheuchzer's und die daraus gezogene Regel seines Oheims Johann Scheuchzer's erzählt. Das merkwürdigste aus dieser Abhandlung ist wohl die Beobachtung, welche Joh. Jac. Scheuchzer im Jahr 1709 im Pfefferbade in der Grafschaft Sargau gemacht hat.

Er hatte einen Felsen, der sich an dem kleinen Flusse Taminna sehr steil erhebt, mit der Schnur gemessen, und die Höhe desselben 714 Pariser Fuß gefunden. Er fand die Barometerhöhe am Fusse desselben 25 Zoll $9\frac{1}{3}$ Linien; oben auf der Spitze aber stand das Quecksilber um 10 Linien niedriger.

Sechs Jahre nachher beobachtete Scheuchzer das Barometer auf dem Glockenthurme der Hauptkirche in Zürich, dessen Höhe 241 Fuß 4 Zoll beträgt. Er

k) Numb. 405. Nov. 1728. The Barometrical Method of measuring the Height of Mountains, with two new tables shewing the Height of the Atmosphere at given Altitudes of Mercury. Extracted chiefly from the Observations of *John James Scheuchzer*, M. D. Professor of Mathematiks at Zuric etc. by *J. G. Schleuchzer* und Numb. 406. Dec. Remarks on the Height of Mountains in general and of those of Swisserland in particular, with an account of the Rise of some of the most considerable Rivers of Europe by *J. G. Schleuchzer*.

Er fand auf demselben das Barometer auf 26 Zoll $6\frac{1}{2}$ Linien; unten am Fusse des Thurmes stieg es bis 26 Zoll 10 Linien.

Herr Hofr. Kästner stellt mit diesen Zahlen vergleichende Berechnungen an [1], und findet für die Luft an der untersten Stelle, wo Scheuchzer beobachtete, folgende Verhältnisse der Dichten: Luft : Quecks. = 0,000098890 : 1, Quecks. : Luft = 10114 : 1, Wasser : Luft = 749,20 : 1.

Die Regel, welche Scheuchzer aus dieser Erfahrung zog, gründet sich mit der Halleyischen auf einerley Sätze, nämlich auf die Eigenschaft der Hyperbel zwischen den Asymptoten. Nur ist die Formel, durch welche Scheuchzer seine Regel ausdrückt, so wie sein Koefficient von dem Halleyischen unterschieden. Die Formel selbst ist folgende: Wie sich 142717, als der Unterschied der Logarithmen beyder im Pfefferbade beobachteten Barometerhöhen (nämlich 25 Zoll $9\frac{1}{3}$ Linien und 24 Zoll $11\frac{1}{3}$ Linien) verhält zu 714 Fuß als der Höhe des Felsens im Pfefferbade; so verhält sich der Unterschied zwischen den Logarithmen der Barometerhöhen am Ufer des Meers (28 Zoll 1 Linie) zu der Höhe dieses Orts über der Meeresfläche.

My Father, erzählt Joh. Gottfr. Scheuchzer, *J. J. Scheuchzer* in his Journeys over the Mountains of Swisserland as they were more particularly calculated for the Improvement of Natural-Philosophy in its several Branches, neglected no Opportunity, along with his other Observations, to make such Experiments with the Barometer, as might serve to

1) Abhandl. vom Höhenmessen mit dem Barometer §. 88 und f.

to illustrate the Qualities of the Air, to settle the respective heights of Places. and particularly to shew, how much our Mountains rise, as well above other neighbouring Mountains in France, Italy, Spain etc. Many of these Observations are scattered up and down in his Writings, particularly in his Itinera Alpina, and the several Parts of his Natural History of Swisserland which last work was publiſhed in High German. It woud be too tedious to mention all the Experiments he made at differenz times, and upon different Mountains. But my Design in this Paper requires me to me particular in one which for the Height measured both with the Lineand Barometer is, I believe, the most considerable that ever was made, and which enabled him more particularly to examine the two tables and by *Cassini* the younger, according to the Rules of Mr. *Mariotte*, and the Observations made by him and others when the Meridian line was perfected in 1703.

This curious Experiment was made in the Year 1709, at Pfeffers, as celebrated Mineral water in the Country of Sargans, at the Bottom and Top of a Mountain, which rises from a small brook, called the Taminna, to the height of 714 Paris feet, as appeared by letting a line drop down perpendicularly from a tree at top full to the bottom. At the bottom of this Mountain, near the Taminna the mercury was by repeated experiments observed at 25″, 9⅓‴, and at the top it descendet to 24″, 11⅓‴, so that it fell just to lines, for 714 feet, which gives about 71 Paris feet for a line, if the heights answering to every line were supposed to be equal.

The heights of the barometer at the bottom and top of the mountain being thus given, the height of it should be, according to M. *Mariotte*, 116°, 0′, 8″,

8″, 11‴, short of the true height by 207 Paris feet, 8 inches; whereby it appears, that the table made according to *Cassini* 153° 3′, 8″, that is, 921 Paris. feet 8″, which exceeds the true height by 207 Paris. feet, 8 inches; whereby it appears, that the table made according to the rules of *Mariotte* is much preferable to that of *Cassini* the younger. The same was likewise confirmed by another experiment made in June 1715, upon the steeple of our Cathedral at Zurich. At the foot of the steeple the barometer stood at 26″, 10‴, and at the top at 26″, $7\frac{1}{2}$‴, and the height of the steeple was found by the line of 241 Paris. feet, 4 inches, which gives very near 69 Paris. feet for one line. According to the table of *Mariotte* the height of the steeple should have been of 237 Paris. feet. according to *Cassini* 265, and according to the new calculation (of which by and by) made pursuant to the experiments above, it comes to 243°, 16″, 2″, or about two feet more than the true height.

It appearing by the experiments made at Pfeffers, that from 25″, $9\frac{1}{2}$″ the barometer descends to 24″, $11\frac{1}{3}$″, that is, just 10 lines, for the height of 714 feet, and the expansions of the air being reciprocally as the heights of mercury, my uncle, Dr. *John Scheuchzer*, undertook, pursuant to these principles, and the propertiet of the hyperbola, to calculate a new table, after the following method.

As the difference of the logarithms of the two given	Is to foot,	So the difference of the logarithms of	To the height of the atmosphere above the level of the

heights of the barometer $25''$ $9\frac{1}{3}'''$ and $24''$ $11\frac{1}{3}'''$, that is $309\frac{1}{2}$ and 299, or	the height of mercury near the sea, $28''$ $1'''$ to any lesser height, as for instance $28''$ $0'''$, that is 337 - 336 or	the sea, as it answers to one line of mercury, is
928 - 898	1011 - 1008	$64', 6'', 9'''$
142717	12906	

In einer zweyten Abhandlung vergleicht J. G. Scheuchzer die Regel seines Onkels besonders mit einigen Beobachtungen, welche von den Mitgliedern der Pariser Akademie der Wissenschaften, welche die Mittagslinie durch Frankreich zogen, in Roussillon und Auvergne angestellt worden waren:

In France, when the Meridian line, first begun in 1669, was continued in 1703, the heights of several Mountains, particularly in the South of France, were determined Trigonometrically by the Members of the Royal academy of Sciences: And I find up and down in their Memoirs, the heights of the following.

	Height in Toises.	Feet.
Mont Clairet in Provence .	277 or	1662
La Massane in Roussilion . .	397 -	2382
The same according to another Observation . .	408 -	2448
Bugarach, a Mountain in Languedoc	648 -	3888

Mountains in Auvergne.

Le Puy de Domme, near Clermont	810	4860
La Couflande	838	5028
La Cosse	851	5106
Le Puy de Violent	853	5118
Le Cantal	984	5904
Le Mont d'or	1030	6180

In the County of Avignon.

Le Mont ventoux	1036	6216

Pyrenean Mountains.

S. Barthelemy dans le paix de foix	1185	7110
La Montagne du Mousset	1258	7548
Le Canigou	1440	8640

Before I proceed farther, I must beg Leave to observe, that the Heights of these Mountains, in the main, seem rather too great. This indeed is easily accounted for as they were measured by Trigonometrical Observations, which will, as I have took Notice above, because of the Refraction of the Air, give the Heights greater than they actually are. But what confirms it still more, is, that according to the Tables above, the Numbers which answer to the Heights of the Mercury, as they were observed at the Top of some of those Mountains, are considerably less, and that even Mons. *Cassini's* own Numbers, which yet we have by some undoubted Experiments shewn to be too great, fall often short. It will be enough to mention two or three Instances. At the Tower of Massane in Roussillon, the Mercury stood at 25″ 5‴, and the Height of that Place was determined [illegible] trigo-

trigonometrically, of	397	Toises.
Now 25″ 5‴ answer according to *Mariotte*, to	342	0
According to *Cassini*,	392	4
According to Dr. *Scheuchzer*	350	0

At the Top of the Mountain called la Coste in Auvergne, the Mercury stood, Oct. 9, 1700, at 23″ 4‴, and the Height of this Mountain was determined Trigonometrically of 851° Toises.

Now 23″ 4‴ answer according to *Mariotte*, to	644° 1′	differ.	306° 5′
Cassini	826 1		24 5
Dr. *Scheuchzer*	661 5		189 1

The Difference is still more considerable with Regard to the high Mountain Mont d'or en Auvergne, the Height whereof was determined Trigonometrically to.	1040 Toises.

At the Top of this Mountain the Mercury fell, according to an Observation made by F. Sebastien Truchet, June 8, 1705, to 22″ 11‴, which answer according to

Mariotte, to	707° 5′	differ.	332° 1′
Cassini to	925 1		114 5
Dr. *Scheuchzer*	727 3		312 3

I come now to the Mountains of Swisserland. The Barometrical Observations made by my Father upon several of the highest will convince us, that they rise aloft, above all the neighbouring ones in France, Spain, Italy and Germany. And that it must be so appears farther, because from their elevated

Tops, they dispense their Waters to all the European Kingdoms and Provinces around them. Nay, I doubt not, but that they may vye in Height with the most considerable Mountains in any other Part of the known Globe. Swisserland it self, I mean its Valleys and lower Parts, as they are considerably remote from the Sea, rise also in Proportion above the Level of it. 'Tis true, the Ascent thither is but gradual, in Proportion to the Remoteness. At Zuric, for Instance, which lies towards the Northern Borders of Swisserland, the mean Height of the Barometer hath been observed of 26″ 5‴, which give the Elevation of that Town, above the Level of the Sea, according to *Mariotte*, 205 Toises, 4 Foot, or 1234′, according to Dr. *Scheuchzer*, 210° 4′, or 1264′, and according to *Cassini*, 221° 4′, or 1330′. This Town is distant from the Mouth of the Rhine, which is the nearest Part of the Ocean, at least 375 English Miles, or an hundred marine French Leagues, and from Genoa which is nearest upon the Mediterranean, 225 English Miles, or 62 French marine Leagues. So that going down from Zuric Northwards towards the Sea, the Descent, or Fall, is but something more than 12 Foot, for a marine League of France, if we suppose a streight Line to be drawn from Zuric to the Sea-shore in Holland, but it is much greater going Southward towards the Mediterranean, where it comes at least to 20 Foot for one League. Nay, if we consider that the highest Mountains of Swisserland lie almost directly between Zuric and the Mediterranean Shores, we must allow so much more in Proportion, as those Mountains are elevated above the Horizon of Zuric, and how great and sudden this Elevation be, will appear by the following Observations.

At

At *Ennen Sewen gen. Aweren* in the Afcent of the high Mountain *Freyberg*, in the Canton of Glarus, which lies South Eaſt of Zuric, the Mercury was obſerved Sept. 11, 1710, at 23″ 10‴, which gives the Height of that Place above the Level of the Sea according to

Mariotte	. . .	569° 2′ or 3416′
Dr. *Scheuchzer*	. .	584 4 - 3508
Caſſini	. . .	712 3 - 4275

Upon *Scherf*, one of the Branches of the Freyberg, the Mercury fell Sept. 12, 1710, to 21″ 8‴, which gives the Height of that Part of the Mountain according to

Mariotte	. .	606° 1′ or 5437′
Dr. *Scheuchzer*	. .	931 2 - 5588
Caſſini	. .	1247 4 - 7486

Still higher upon *Blattenſtock* another Part of the ſame Mountain, the Mercury fell on the ſame Day to 21″ 6‴, which anſwer according to

Mariotte, to	. .	933° 2′ or 5600′
Dr. *Scheuchzer*	. .	959 2 - 5756
Caſſini	. . .	1293 3 - 7761

Hence from Zuric to the *Blattenſtock* near the Top of the *Freyberg*, there is, in leſs than three Days Journey, a Riſe of 4366 Feet, according to *Mariotte*, and 4492, according to Dr. *Scheuchzer*, that is, more than three times the Elevation of Zuric above the Level of the Sea.

At Guppen ob Schwanden, in the ſame Canton of Glarus, the Mercury was obſerved, Auguſt 5, 1705, at 23″ 4‴, which give, according to

Mariotte	644° 1' or 3865'
Dr. *Scheuchzer*	661 5 - 3971

(I omit giving the Numbers according to the Tables of Mr. *Cassini*, having already shewn, that they are too great) The Height of this Mountain is nearly the same with the celebrated *Puy de Domme*, where Monf. *Perier* observed the Mercury, Sept. 19, 1648, at 23'' 2'''.

Upon Joch, a high Mountain in the Territory of Engelberg, where it confines upon the Canton of Bern, full South of Zuric, the Mercury stood, June 23, 1706, at 21'' 4''', which gives the Height of that Mountain according to

Mariotte	961° 0' or 5766'
Dr. *Scheuchzer*,	987 4 - 5926

This Mountain, though very high, is far from being the highest in that Neighbourhood, for next to it there rises another called the Titlisberg, covered with everlasting Snow, which we may, upon a moderate Computation, pronounce at least 1000 Foot higher than the Top of the Joch, and consequently one of the highest in the Country.

Upon the Avicula, by the Italians called Monte del' Uccello, and by some S. Bernhard's Mountain, from a Chappel built in Honour of that Saint, a high Mountain in Rhaetia, towards Italy, the Mercury was observed, July 30, 1707, at 22'' 11''', which give according to

Mariotte	707° 5' or 4247'
Dr. *Scheuchzer*	727 3 - 4365

This Height must be understood only of that Part of the Mountain which is passed over by Travellers, the

the Mountain it ſelf riſing conſiderably above it, and the Adula, or Διαδυέλλας of *Strabo*, Geog. L. III. of which the Avicula is only a Part, being ſtill higher. The Rhenus poſterior, or Hinder Rhein, and the Moiſs, which at laſt loſes itſelf into the Teſin, near Bellinzone, not much above the Entry of the Teſin into the Lake of Locarno, ariſe upon this Mountain.

At Santa Maria, upon the Luckmannier Berg, by ſome S. Barnaby's Mountain, which is likewiſe a Branch of the Adula, the Mercury ſtood Aug. 9, 1725, as upon the Avicula, at 22″ 11‴, which ſhews the Height of theſe two Places to be equal.

In the Alp San Porta, near the Source of the Hinter Rhein, Rhenus poſterior, five Hours and a half from Speluga, Splügen in Rhaetia, the Mercury was obſerved, July 29, 1707, at 21″ 4‴, where it ſtood likewiſe upon the above mentioned Mountain Joch, whither the Reader is referred for the Height of this Alp.

At Splügen itſelf, the Mercury ſtood the ſame Morning early, at 23″ 3‴, which give the Elevation of Splügen according to *Mariotte* 644° 1′ or 3865, and according to Dr. *Scheuchzer*, 661° 5 or 3971. So that the Fall of the Rhine from the Alp aforeſaid to Splügen, in five Hours and a half, comes according to *Mariotte*, to 1901, and according to Dr. *Scheuchzer*, to 1955 Paris Feet perpendicular.

At the Capuchins, upon the high Mountain S. Gothard, a celebrated Paſſage out of Swiſſerland into Italy, the Mercury ſtood, June 30, 1705, at 22″ 6‴, which gives the Height of that Paſſage, which with Regard to the higheſt Tops of S. Gothard, lies but as it were at the Foot of a high Moun-

said, according to *Mariotte* 852°, or 5112', and according to Dr. *Scheuchzer*, 875° 5', or 5255, above the Level of the Sea.

Upon the Furca, a high Mountain between the Urseren Thal, Ursaria Vallis, and the upper Vallesia, and one of the Branches of the S. Gothard, the Height of the Mercury in the Barometer was observed, July 31, 1707, at 21" 5"', which give the Height of this Mountain above the Level of the Sea, according to *Mariotte*, 947° 1' 5683', and according to Dr. *Scheuchzer*, 973° 3' or 5841. Near this Mountain there are others, which cannot be less than 800 or 900 Foot higher.

These Mountains, I mean the Avicula, the Luckmannier Berg, the S. Gothard, and the Furca, together with the Grimsula, the Crispalt, the Sempronier, or Sempronius Mons, the Adula and a Chain of others, are the Lepontiae Alpes of Pliny m) and the Summae Alpes of Caesar n). They begin in the upper Vallesia, traverse the Canton of Uri, and so run on Eastwards, across the Country of the Grisoons, towards Tirol. Their greatest Height above the Level of the Sea, may be fixed in round Numbers to 7500, or 8000 Paris Feet.

'Tis upon these very Mountains, that some of the most considerable Rivers of Europe take their first Rise, within very small Distances of each other. The Rhone, for Instance, Rhodanus, by Marcellinus called, *maximi nominis flumen* and by *Varro*, *Fluvius inter tres Europae maximus*, arises from two Gletchers, as we call them, or *Montes glaciales*, huge Mountains of Ice, near the Furca, whose Height hath

m) Lib. III. c. XX.

n) De Bellico Gallico Lib. III.

hath been above determined, and thence runs with great Impetuosity down Vallesia, the Wallisserland, forming a long Valley, surrounded on both Sides with huge Mountains, till it looses its Waters and Name in the Lacus Lemannus, or Lake of Geneva; whence it flows with a more gentle Descent through some Provinces of France into the Mediterranean Sea.

The Thesin, Ticinus by Claudian, in his Panegyric upon the Consulate of the Emperor Honorius, called Pulcher, the handsom, takes its first Rise from two small Lakes upon the S. Gothard, and some lateral Sources from the Lago sopra la Cima di Pettine, upon Mountain called Pettine, the Lago della Sella, the Lake of Rottom, upon the Luckmannier Berg, the Lake of Tom, and the Lake of Bedretto, upon a Mountain of this Name. It descends the Lavinia Vallis, or Liviner Valley, and in its Way to the Lake of Locarno, receives many Brooks and Rivulets from the adjoining Mountains: It unites its Waters with the Po, near Pavio, and looses itself jointly with that River into the Adriatick Gulf.

The Rhine, Rhenus, by Caesar de Bello Gallico termed *latissimus atque altissimus*, arises in three several Branches, which are called Rhenus anterior, posterior, & medius, the further, the hinder, and middle Rhine. The hinder Rhine takes its Rise upon the high Mountain Avicula, Colmen del Occello, Part of the Adula, in the Alp San Porta, from a Gletcher, or Ice-mountain, which extends in Length full two Hours. The middle Rhine, Rhenus medius, arises upon the Luckmannier Berg, which is likewise Part of the Adula, in the upper Part of a Valley called San Maria, opposite to one of the Sources of the Thesin. The furthermost Rhine,

Rhenus anterior, arises upon that Branch of the Crispalt, which is called Cima del Badut, Baduz, and soon receives several lateral Branches from the Alps Mugels and Cornera. My present Purpose will not suffer me to pursue the Course of this River in its several Branches. Near the Monastery of Disentis, the further and middle Rhine join together, and the united Stream falls into the hinder Rhine, near Reichenau. Below Rheineck, the Rhine falls into the Lacus Bodamicus, or Boden Sea, and comes out of it near Stein; whence washing for sometime the Borders of Swisserland, it then traverses great Part of Germany in a very irregular Course, till at last, in Holland, it looses itself into the great Ocean.

The Reüss, Rusa, arises from a small Lake called Lago di Luzendro, upon the S. Gothard, but soon receives a considerable Inforcement from the Furca, and near Urselen, another from a mountainous Lake in Oberalp. Near Flüelen, not far from Ury, it enters the IV. Waldstetten Sea, Lacus quatuor Civitatum Sylvestrium, but resumes its Course and Name at Lucern, and at last falls into the Aar below Windish, Vindonissa.

The Aar, Aarola, Arula, arises upon the high Mountain Grimsula, in the upper Vallesia. About three Hours below that, it falls into the Lake of Brientz, and out of that, not far from the Monastery Interlachen, into the Lake of Thun, which leaves near the Town of Thun, and thence running by Bern, Solothurn, and so down, falls at last, after many Windings and Turnings into the Rhine near Coblentz, Confluentia, probably so called from the uniting of these two considerable Rivers. But to proceed.

Gemmius Mons, the Gemmi, is a very high and steep Mountain in Vallesia, over which there is a Passage, but only in Summer-time, from the Fruttinger Valley, in the Canton of Bern, to the Mineral Waters at Leük in Vallesia. The Descent, on the South-side of this Mountain, is steep and frightful, even to the Aspect, beyond what can be imagined, being a narrow Path, cut on the Side of almost perpendicular Precipices, sometimes with trembling wooden Bridges, or Planks over the Clefts in the Mountain, and here and there supported with low Walls. Having been geometrically measured, it was found of 10110 Feet in Length, or rather Height, its many Windings and Turnings included. At a small Cottage, called Zur Dauben, a poor resting Place for weary Travellers, being the highest Part of the Mountain which is passable, the Mercury subsided July 1, 1709, to 21″ 3‴ which gives the Height of that Place, according to

Mariotte	974° 5′ or 5849′	
And Dr. *Scheuchzer*	1002 0 - 6012	

Not far from this Cottage, is a small mountainous Lake, called the Dauben Sea, or the Pidgeons Lake, encompassed on all Sides with high Mountains, the Tops whereof, for their Steepness, it would be impossible to reach. At Kandelstag, the first Village in the Frutinger Valley, in the Territory of Bern, going up to the Gemmi, the Mercury rose on the same Day to 24″ 2‴, which give according to

Mariotte	520° 1′ or 3121′	
Dr. *Scheuchzer*	534 1 - 3205	

And at Müllenen, at the Foot of the Gemmi, it stood at 25″ 7‴, which answer according to

Mari-

Mariotte to	318° 10′ or	1903′
Dr. *Scheuchzer*	327° 0′ –	1962

On the other Side of the Gemmi, at Leück, a celebrated Place for its Mineral Waters, the Mercury was observed July 2, and July 5, 1709, at 23″ 9‴, which answers according to *Mariotte*, to 581° 4′, or 3490′, and according to Dr. *Scheuchzer*, to 597° 3′, or 3585′. So that the Cottage Zur Dauben, rises above Leück, according to

Mariotte,	2359′
Dr. *Scheuchzer*	2427

Above Müllenen, in the Frutinger Valley, according to

Mariotte	3936′
Dr. *Scheuchzer*	4050

And the perpendicular Height of the Gemmi, above the Level of the Sea, considerably exceeds 6000 Paris Feet.

But high above all the Mountain of Swisserland rises the Stella, Piz Stail, a steep Mountain in the Schamser Valley, in Rhaetia, or the Grisoons, the Height whereof was by my Uncle Dr. *John Scheuchzer*, by some Observations made in the Year 1709, determined to 9585 Paris Foot, above the Level of the Sea, according to his own Calculation, or 9441 according to *Mariotte*, and 12196 according to *Cassini*: A Height, which the Rupicaprae, or Shamoys themselves scarce venture to ascend.

Bey dem so beträchtlichen Unterschiede der Resultate aus beiden Bestimmungen, nämlich nach der trigonometrischen Ausmessung und nach J. Scheuchzers Regel, will S. also dennoch bey denen durchs Barometer gefundenen keinen Fehler zugestehen, sondern

dern er giebt die trigonometrisch bestimmten Höhen wegen der Wirkung der Strahlenbrechung für allzu groß an. Die Abmessung, die seiner Regel zum Grunde dient, aber wurde mit der Schnur gemacht, und auch diese Art der Höhenmessungen ist sehr beträchtlichen Fehlern unterworfen; auch hatten überhaupt die Barometerbeobachtungen damals noch zu wenig Zuverlässigkeit, als daß sie zu allgemeinen Ausdrücken in einer Regel hätten gebraucht werden können.

Wir gehen jetzt zu andern Beobachtungen Scheuchzers über. Er ließ vom August 1728 bis in den September 1731 täglich die Höhe des Barometers auf dem Gothard bey den P. Capucinern beobachten, und dasselbe that er auch zu Zürch, und zog die zu gleicher Zeit gemachten Beobachtungen von einander ab, um den Unterschied der Barometerhöhen in beyden Orten zu finden. Da sich dieser Unterschied von Tag zu Tag änderte, so theilte er denselben von halben zu halben Linien in Klassen ein, und zählte ab, wie vielmahl ein jeder in jedem Monate vorgekommen war. Dieses brachte er in eine Tabelle, und ließ sie in Kupfer stechen, um sie unter seine Freunde auszutheilen. Sie wurde seiner Wetterbeschreibung im Jahr 1731, oder Coelum triste ad Calendas Julias angehängt.

So kam im Oktober der Unterschied

4″	$7\frac{1}{2}$‴	. .	1 mal
4	$8\frac{1}{2}$	. .	2
4	9	. . .	3
4	$9\frac{1}{2}$	. .	1
4	10	. .	5
4	$10\frac{1}{2}$	. .	3
4	11	. .	11
4	$11\frac{1}{2}$	. .	7

5	0	6
5	0½	5
5	1	6
5	1½	1
5	3	1
5	3½	1

Daniel Bernoulli zog aus dieser Tabelle merkwürdige Folgen °).

Aus

o) S. Acta Helvetica Tom. II. p. 107 u. f. Diverses Réflexions concernant la Physique génerale, Second Memoire. Hierher gehört aus dieser Abhandlung folgendes, nachdem er Scheuchzer's Beobachtungen erzählt hat: Tirons de ces remarques les conséquences qu'elles nous offrent. La Différence entre des hauteurs barométriques correspondantes ayant été trouvée invariable, il ne nous reste plus la moindre esperance de determiner la vraye relation entre les baissemens du Baromètres et les élévations des lieux pour l'atmosphère basse.

Si l'on s'élève d'une certaine hauteur, le Baromètre en descendra moins en eté qu'en Hiver. Cependant la différence de chaleur n'est pas suffisante pour en deduire la grande variation dans les différences des hauteurs barométriques correspondantes. Car la plus grande différence ayant été observée de 5 p. 6 l. ou de 66 l. au mois de Février 1730 la chaleur de l'été n'a pû dilater l'air compris entre les deux sols de Zuric et du St. Gothard que tout au plus en raison de 8 à 9 ce qui réduiroit la colonne d'air interceptée entre les deux sols en equilibre avec 58⅔ l. de mercure; ainsi la différenee entre les hauteurs baromètriques correspondantes n'auroit jamais dû être moindre de 4 p. 10⅔ l Cependant elle a été observée au mois de Juin de 1729 de 4 pouces 2 lignes. Ainsi j'estime que la plus grande différence de chaleur peut causer environ la moitié de la plus grande variation dans les différences de hauteurs baromètriques correspondantes. A quoi faudra-t-il donc atribuer l'autre moitié de cette variation? C'est ce que nous allons examiner:

Si

Aus barometrischen Beobachtungen von 18 Jahren, die zu Petersburg und folglich an der Meeresfläche

Si nous supposons qu'une colonne verticale d'air comprise entre les sols de Zuric et du St. Gothard soit précisément en équilibre avec la petite colonne de mercure qui fait la différence, entre les deux hauteurs barométriques (ce qui cependant n'est pas vrai a la rigueur, à moins que l'atmosphère ne soit en état repos permanent) et si l'air compris entre les deux dits sols est supposé conserver sa chaleur, il faut necessairement que ce même air soit tantôt plus, tantôt moins chargé de matière, pour qu'il résulte encore une variation daus les différences es hauteurs barométriques correspondantes: c'est ce que j'ai deja dit au §. 3. ou j'ai ajoûté; que la Terre exhalant et absorbant une grande quantité de matière, mais avec beaucoup d'inégalité, l'atmosphère ne sauroit qu'être tantôt plus, tantôt moins chargée de matière; et augmenter ou diminuer par là la hauteur barométrique. Cette matière est sans doute en partie un air pur; et en partie une autre matière heterogène. L'air pur augmente ou diminue proportionellement les densités de l'air, et les hauteurs barométriques en doivent souffrir des variations a Zuric et au St. Gothard proportionelles, aux mêmes hauteurs moyennes, c'est-a-dire en proportion 26 pouces $6\frac{2}{3}$ l., à 21 p. $7\frac{1}{2}$ l. ou à peu près en raison de 16 à 13; ainsi la différence des variations fait tout au plus la cinquième partie de variation de Zuric, et si cette variation est de 20 lignes, la plus grande différence des variations ne pourroit être tout au plus que de 4 lignes. Et comme nous avons vû par l'article precedent, que le plus grand changement du froid au chaud ne peut réduire une colonne de mercure de 5 p. 6 l. (qui est la plus grande différence observée entre le hauteurs barométriques correspondantes de Zuric et du St. Gothard) qu'à 58 p. $10\frac{3}{4}$ l. ni par conséquent causer une variation entre les différences de ces hauteurs barométriques au-de-là de $7\frac{1}{2}$ de lignes, si nous y ajoûtons les 4 lignes que nous venons de trouver, nous n'aurons encore que $11\frac{1}{2}$ lignes: cependant la variation

che sind gemacht worden, hat Lambert in den Actis Helveticis gezeigt, daß die mittlern Höhen des Barome-

riation a été observée depuis 5 p. 6 l. jusqu'à 4 p. 2 l. et par consequent de 16 l. De là je conclus, qu'une partie des exhalaisons terrestres ne sont pas un air pur, mais d'une autre matière, qui ne s'élèvent pas purt haut, et dont tout l'effet ne tombe que sur le baromètre d'en bas. Suivant ces principes il faut dire que sept dixièmes parties des exhalaisons sont un air pur, et trois dixièmes parties d'une autre matière hétérogène. Alors ces exhalaisons, jointes aux changements du froid au chaud, pourront produire une variation entre les hauteurs barométriques correspondantes pour Zuric et pour le St. Gothard de 16 l. telle qu'elle a été observée. Car la cinquième partie de sept dixièmes d'une variation totale de 20 lignes font $2\frac{4}{5}$ lignes : trois dixièmes de 20 lignes font 6 lignes, et le changement du froid fait $7\frac{1}{5}$ du lignes, et toutes les trois causes font à peu près 16 lignes.

L'atmosphère basse est donc toûjours impregnée d'humidités, tantôt plus tantôt moins; c'est ce que les Hygromètres nous apprennent. Il seroit bien difficile d'indiqueur la proportion du mélange; mais il est vraisemblable par ce que nous venons de dire, que l'effet de la plus grande variation des humidites ne va pas au delà de la cinquante quatrième partie de celui de toute la masse du l'atmosphère, ce qui fait environ sept pouces d'eau.

Nous voyons donc que la comparaison des observations barométriques correspondantes faites dans deux endroits voisins mais fort inégalement élevés nous fournit des reflexions plus justés sur l'etat de l'atmosphère et ses variations, que toute autre espèce d'observations. Cette considération m'engage à ajouter ici quelques remarques sur une autre table de Monsr. *Scheuchzer*, dans la quelle il marque les hauteurs du Baromètre elles-mêmes telles qu'elles ont été observées a Zuric et aux Capucins du St. Gothard pendant chaque jour du mois de Février 1731. En examinant cette table j'ai remarqué.

1°. Que

rometers daselbst alle Monate des Jahres gleich sind. Da sich nun zwischen Zürch und dem Gothard ein Unter-

1°. Que la hauteur barométrique la plus basse à Zuric étoit de 25 p. $7\frac{1}{2}$ l. le 9 Fevrier. Depuis ce jour il a monté presque continuellement et uniformément jusqu'au 16 Fevrier, que le Baromètre etoit à 27 p. 2 l. la montée entière fut de $18\frac{1}{2}$ lignes.

2°. Que pendant cet intervalle la marche du Baromètre sur le St. Gothard etoit tout-a-fait semblable, excepté qu'elle m'a paru retarder d'un jour. La plus petite hauteur barométrique fut observée le 10 Fevr. de 21 p. 0 l. depuis ce jour il a pareillement monté presque continuellement et uniformement jusqu'au 17 Fevrier, et alors il fut observée de 21 p. 11 l. la montée entière etoit donc de 11 lignes.

3°. Que cette grande variation s'est faite de part et d'autre dans sept jour de tems: mais pendant ce tems il est arrivé à Zuric le 12 Fevrier, que le baromètre a fait un petit mouvement d'environ $\frac{3}{4}$ de ligne en sens contraire, et la même chose est arrivée le 13 Fevrier sur le St. Gothard; mais sa descente ne fut que d'une demi ligne.

4°. Qu'a Zuric le Baromètre est descendu continuellement depuis le 16 Fevrier jusqu'au 26 en descendant de 12 lignes. La même chose est arrivée a St. Gothard depuis le 17 Fevr. juspu'au 26 mais la descente totale ne fut que de 8 lignes. Il auroit dû descendre jusqu'au 27 Fevr. mais j'ai rémarqué qu'il arrivoit quelques fois de petits changements tout au plus d'une ligne, qui n'étoient pas analogues aux deux endroits. Voici à present les conséquences que je tire de ces remarques.

Si le Baromètre est monté à Zuric successivement de $18\frac{1}{2}$ lignes depuis le 9 jusqu'au 16 Fevrier, j'en conclus que la terre a exhalé pendant ce tems une grande quantité de matière, dont le poids entier pouvoit tenir suspenduë une colonne de Mercure de $18\frac{1}{2}$ lignes de hauteur. De cette matière nouvellement ré-

terschied von 5½ Linien zeigt, so sieht man leicht ein, daß auch zwischen Zürch und dem Meere ein Unterschied

pandue dans l'atmosphère je prens $\frac{7}{10}$ qui doit avoir été un air pur et élastique, et $\frac{3}{10}$ pour des exhalaisons aqueuses et autres semblables qui ne montérent pas jusqu'à la hauteur du St. Gothard. Les $\frac{7}{10}$ de $18\frac{1}{2}$ lignes de variation sont à fort peu près 13 lignes. Ces 13 lignes tomboient toutes entières sur le Baromètre de Zuric: mais le Baromètre du St. Gothard n'en pouvoit recevoir qu'environ les $\frac{4}{5}$ qui font $10\frac{2}{5}$ lignes. Les $\frac{3}{10}$ d'exhalaisons aqueuses et autres semblables, qui valent à peu près $5\frac{1}{2}$ lig.: achevoient de faire monter le Baromètre à Zuric de $18\frac{1}{2}$ lig.; mais ces exhalaisons ne montèrent pas jusqu'à la hauteur du St. Gothard, ni ne purent par consequent faire monter l'autre Baromètre; c'est pourquoi cet autre Baromètre n'est monté que de 11 lignes, pendant que celui de Zuric est monté de $18\frac{1}{2}$ lig. Si ces 11 lignes surpassent un peu les $10\frac{2}{5}$ lignes, que le calcul nous à données, ce n'est sans doute, qu'a cause que le mont de St. Gothard fournissoit lui-même une petite quantité d'exhalaisons; mais l'effet de ces dernières exhalaisons ne pouvoit etre que très-petit, parce qu'elles ne se repandent que de coté sans s'elever beaucoup. Il est remarquable que la proportion observée entre les variations barométriques correspondantes et la plus grande Variation observée dans la différence des hauteurs barometriques correspondantes repondent si bien à la proportion entre les exhalaisons aëriennes et aqueuses, que j'ai faite comme 7 à 3 et que l'un et l'autre phénomène decoulent si naturellement de ces principes.

Il est évident ausi, que la pression des exhalaisons doit se faire sentir aussi-tôt sur le Baromètre inférieur; mais ces exhalaisons sorties des pores et des entrailles de la Terre, quoiqu'on ne considère que celles d'air pur, ne sauroient monter ausi-tôt et etre distribuées proportionellement dans toute l'atmosphère; c'est apparemment là la raison pourquoi les variations barométriques sur le St. Gothard retardoient un peu sur celles de Zuric. Quant aux petites inégalités, qui consistent

schied seyn müsse. Es nimmt derselbe beynahe zu, wie das Produkt aus der Höhe des Orts über dem Meer und

sistent en ce que les deux variations ne suivent pas exactement la même proportion, et que quelques fois les très-petites variations se font en sens contraires, je les attribuë ici pour la plus grande partie au changement de chaleur dans la couche d'air comprise entre les deux sols. Ce changement de chaleur ne pouvoit faire aucun effet sur le Baromètre de Zuric, et il en faisoit sur celui du St Gothard. Je juge même de la petitesse des dites inégalités qu'il doit avoir régné une chaleur ou un froid asfés égal pendant tout le mois de Fevrier, auquel les observations ont été faites.

Il est donc à remarquer que les Baromètres tenus dans des endroits fort élévès par-dessus la surface de la mer, souffrent de variations par une cause qui ne fait aucune impression sur les Baromètres, qui ne sont pas sensiblement élevés par-dessus ladite surface. C'est le changement du froid et du chaud, qu'on doit supposer se faire dans une grande etenduë de pays en même tems. Lorsque le tems change du froid au chaud, l'air en est dilaté, cette dilatation ne se fait pas de côtés, parceque le côté en diviendroient surchargés d'air au delà de l'équilibre; elle se fait donc de bas en haut; le Baromètre inférieur soûtient cependant toujours une égale colonne d'air; mais le Baromètre d'enhaut soûtient une colonne plus chargée d'air et il doit monter. Le contraire arrive lorsque le tems change du chaud au froid. Delà il faut conclure que la hauteur barométrique moyenne sur les hautes montagnes est plus grande pendant le mois d'Eté que pendant ceux de l'Hiver.

Les réflexions que j'ai faites m'ont paru se confirmer encore par les observations que Mr. *Lambert* a faites à Coire pendant les mois de Mars et d'Avril de cette année, et que j'ai comparée avec des observations faites en même tems ici à Bâle. Le Sol de Coire est plus élevé que celui de Bâle et la difference moyenne des hauteurs barométriques pour ces deux villes est d'environ 16 lignes; En comparant ensemble les hauteurs barométriques correspondantes, j'ai trouvé que

und der Barometerhöhe. Nun ist die Barometerhöhe zu Zürch 26″ 62‴, auf dem Gothard 21″ 72‴, die Höhe

que la plus grande différence étoit de 17¼ lig. et la plus petite différence étoit de 14⅝ lig La plus grande différence tomboit au 13 Avril, et la plus petite au 21 Mars. Depuis le 12 Avril jusqu'au 15 les variations barométriques étoient assés considérables et inégales d'un endroit à l'autre. Du 12 au 13 le Baromètre descendit a Coire de 1½ lig. et à Bâle seulement de ¾ de lig. c'est ce qui a augmenté la difference tout d'un coup de ¾ de lig. Le lendemain le Baromètre ne fut descendu que d'une demi-ligne à Coire, et de deux lignes à Bâle, et c'est ce qui remit la différence dans son état moyen; enfin le surlendemain le Baromètre descendit de part et d'autre d'environ 3 lig par où la différence a conservé cet état moyen. J'ai remarqué qu'a Bâle le froid a augmenté considérablement du 12 au 13 et c'est en partie la raison pourquoi la différence des hauteurs barométriques correspondantes a augmenté pendant ce jour d'intervalle. Le 21 Mars étoit le jour où la différence des hauteurs barométriques étoit la plus petite, savoir de 14⅝ lig. Cette diminution provenoit de ce qu'a Bâle le Barométre descendit de 3 lignes du 20 au 21 Mars, et qu'a Coire il ne descendit pendant ce tems-là que de 5/4 de ligne, et par là la différence des hauteurs barométriques a diminué de 1¾ de ligne; j'ai remarqué aussi que du 20 au 21 le froid s'est considérablement adouci; cette circonstance devant par elle-même faire monter le Baromètre de Coire a contribué à en diminuer la descente, et à rendre la différence entre les deux Baromètres plus petite. La plus grande hauteur barométrique a été à Bâle de 27 p. 8¼ l. le 27 Mars et le même jour le Baromètre eut aussi la plus grande hauteur à Coire de 26 p. 4¼ l. la différence est de 16 lignes. La plus petite hauteur barométrique arriva à Bâle le 14 Mars et Coire le 15 Mars. Cette hauteur fut à Bâle de 26 p. 9¼ l. à Coire de 25 p. 5¾ l, et la différence de ces deux plus petites hauteurs est de 15½ lignes. Nous pouvons conclure de ces remarques, que les grandes variations provenoient à Coire et à Bâle d'une

Höhe von Zürch über dem Meer 220 Toisen, von dem Gothard 1100 Toisen, ferner der Unterschied zwischen Zürch und dem Gothard $5\frac{1}{2}$ Linien. Man setze nun den Unterschied zwischen Zürch und dem Meer $= x'''$, so ist der Unterschied zwischen dem Meer und dem Gothard $= x + 5\frac{1}{2}$ Line. Folglich:

$(21'' \; 7\frac{1}{2}''')$. $1100 : (26'' \; 6\frac{3}{2}''')$. $220 = (x + 5\frac{1}{2}) : x$
und $x = 1\frac{3}{4}$ Linien.

Um so viel soll also die mittlere Höhe zu Zürch im Sommer grösser seyn als im Winter. Sie wäre also:

im Sommer $= 26'' \; 7\frac{3}{8}'''$
im Winter $= 26 \quad 5\frac{5}{8}$.

Auf dem Gothard beträgt der ganze Unterschied $5\frac{1}{2} + x = 7\frac{1}{4}$ Linien. Daher die mittlere Barometerhöhe daselbst

im Sommer $= 21'' \; 11\frac{1}{8}'''$
im Winter $= 21 \quad 3\frac{7}{8}$.

Dieses würde aus Scheuchzer's Erfahrungen folgen, wenn dieselben so richtig wären, als es zu Bestimmung so kleiner Unterschiede nöthig ist. Es wäre zu wünschen, daß er statt der Unterschiede die Barometerhöhen auf dem Gothard selbst bekannt gemacht hätte, so würde man leichter sehen, in wie fern diese Veränderung von $7\frac{1}{4}$ Linien zutrâfe, weil sie mit keinen andern Erfahrungen übereinkömmt, und wenigstens um die Hälfte kleiner angesetzt werden muß.

Um diesen Zweifel in sein gehöriges Licht zu setzen, fange ich bey Scheuchzer's Beobachtungen, die er zu

d'une même cause principale, mais que les grandes variations sont toûjours mêlées de quelques petites variations, dont les causes sont fort différentes pour les deux endroits.

zu Zürch dreyzehn Jahre lang gemacht hat, an. Lambert hat dieselben aus seinem Manuscripte abgeschrieben, und die mittlern Höhen für jeden Monat daraus gezogen, welche er in den Abhandlungen der churf. Baierschen Akademie der Wissenschaften p) mittheilt. Er fand nämlich

Jänner	"26"'	8,00	Jul.	"26	5,76
Februar	26	6,90	August	26	6,21
März	26	6,58	Sept.	26	6,60
April	26	5,75	Oktober	26	6,62
May	26	5,83	Novemb.	26	6,64
Junius	26	6,620	Decemb.	26	6,96.

Folglich wäre die mittlere Höhe im Jänner um $2\frac{1}{4}$ Linien grösser als im Julius, da sie doch $1\frac{3}{4}$ Linien kleiner hätte seyn sollen. Diese beyden Erfahrungen sind also um 4 Linien von einander unterschieden. Dieser Fehler läßt sich ohne Bedenken dem Barometer zuschreiben. Eine geringe Menge von Luft war hinreichend denselben hervorzubringen. Das Quecksilber muß dabey im Winter höher stehen, weil sich die Luft mehr zusammenzieht.

Die Beschaffenheit des Barometers, welches Scheuchzer auf dem Gothard gelassen, läßt sich nicht leicht beurtheilen, weil er die würklichen Barometerhöhen nicht angegeben hat. Lambert hat vier Monate davon gehabt, und schließt a. a. O. daraus, daß es sich mühsamer verändere, weil es fast alle Veränderungen auf dem Gothard um einen Tag später anzeige, als das zu Zürch. Man könne zwar einen Theil der Ursache der leichtern Luft auf dem Gotharde zuschreiben, weil sie sich länger aufhäufen müsse, bis das Uebergewicht im Stande sey, das Reiben des Queck-

p) B. 3. (München 1765) S. 116.

Quecksilbers an der Röhre zu überwinden, allein es schiene zugleich, daß diese Friction eben nicht die kleinste müsse gewesen seyn. Ausserdem wechsle Wärme und Kälte daselbst das Jahr hindurch weniger ab, weil der Ort sehr hoch liege, und selbst in den Hundstagen den Schnee in der Nähe habe. Es wäre also sehr zu vermuthen, daß, wenn auch oben etwas Luft in dem Barometer gewesen, der Fehler davon viel geringer sey, als in dem, was Scheuchzer zu Zürch hatte. Hieraus folge aber, daß die Unterschiede der mittlern Barometerhöhen um zwey oder drey Linien müßten verändert werden. Wäre das Barometer auf dem Gothard vollkommen gut gewesen, so müßte man die Abänderungen der Unterschiede um 4 Linien geringer machen, weil das Barometer zu Zürch um so viel fehlte.

Doch ersetzt Lambert den Mangel der Beobachtungen auf dem Gothard, welche Scheuchzer nicht hatte drucken lassen, auf eine andere Art, indem er das arithmetrische Mittel aus den mittlern Höhen zu Zürch für eben diese Monate mittheilt. Sie sind folgende:

	1728	1729	1730	1731
Jan.		319,16	321,79	320,16
Febr.		319,27	318,57	318,19
März		319,66	315,15	320,29
		317,00	317,49	316,93
		317,09	316,27	316,13
		316,52	317,20	317,67
		315,45	316,81	315,77
		316,45	316,27	316,16
	317,03	315,87	317,20	
	316,82	317,32	317,92	
	318,99	317,53	318,67	
	316,61	317,91	320,26	

Zieht man nun von diesen Zahlen, welche die mittlern Barometerhöhen zu Zürch in Pariser Linien sind, die Zahlen der vorhergehenden Tafel ab, so bleiben die mittlern Höhen auf dem Gothard, wie folgende Tabelle zeigt:

	1728	1729	1730	1731	d. Mittel
Jan.		257,50	261,21	258,96	259,22
Febr.		258,77	257,74	257,94	258,15
März		259,33	256,51	260,09	158,64
April		257,75	258,60	257,93	258,09
May		258,34	259,81	259,38	259,18
Jun.		259,89	259,55	261,61	260,35
Jul.		259,15	260,89	260,49	260,55
Aug.		260,79	261,52	260,12	260,81
Sept.	257,03	259,67	261,10		259,27
Okt.	257,49	260,66	260,17		259,44
Nov.	259,38	256,66	259,62		258,55
Dec.	256,71	258,71	259,36		258,26

Aus der letzten Columne, welche das Mittel aus den drey Jahren ist, sieht man, daß die Abänderungen der mittlern Barometerhöhen auf dem Gotharde lange nicht so groß sind, als sie vorhin aus dem Unterschiede der Höhen von Zürch und dem Gothard geschlossen wurden. Hier ist die kleinste im Februar = 258,15 Linien, die größte im August = 260,81, und daher der Unterschied = $2\frac{2}{3}$ Linien, da er hingegen nach der obigen Rechnung $7\frac{1}{4}$ Lin. war. Beyde hätten müssen übereintreffen, wenn die Barometer gut gewesen wären.

Lambert macht in eben dieser Abhandlung von den Barometerhöhen und ihren Veränderungen noch viele andere Bemerkungen. In den Actis Helveticis hatte

hatte er schon aus den 18jährigen Petersburgischen Beobachtungen die Folgerungen gezogen, daß, wenn man die größten Veränderungen des Barometers aus Beobachtungen von vielen Jahren für jeden Monat besonders heraus nimmt, sie unter sich wiederum sehr verschieden sind, und daß die kleinsten allezeit in die Sommermonate, und die größten in die Wintermonate fallen. Ferner daß diese doppelt grösser sind als jene, und überhaupt die größten Veränderungen eines jeden Monats doppelt so groß sind, als diejenigen, welche heraus kommen, wenn man aus vielen Jahren das Mittel nimmt. Diese Sätze weichen, sagt er, kaum in Decimaltheilen einer Linie von dem ab, was die Beobachtungen geben.

Ebendaselbst bestimmt er die monatliche Zunahme dieser Veränderungen auf folgende Art. Man theile die größte Veränderung des Barometers, welche in den Jänner fällt, wenn man viele Jahre zusammennimmt, in 100 gleiche Theile; so sind die größten Veränderungen jeder Monate folgende:

Jan. . .	100	Jul. .	48
Febr. .	95	Aug. .	56
März . .	85	Sept. .	74
April .	73	Okt. . .	89
May . .	61	Nov. .	96
Jun. .	52	Dec. . .	99

In eben dieser Verhältniß, fährt Lambert fort, wachsen auch die mittlern Veränderungen jeder Monate, aus vielen Jahren zusammengenommen. Daß aber diese Regel nicht nur für Petersburg, sondern auch für andere Oerter diene, glaubt er aus Scheuchzers Beobachtungen, von 10 Jahren und aus Doppelmayers von 11 Jahren auf eben die Art

gefunden zu haben, nur mit dem Unterschiede, daß bey beiden die geringere Anzahl von Jahren und bey Scheuchzers seinen die Unrichtigkeit des Barometers einige kleine Abweichungen machen. Die mittleren Veränderungen waren nämlich:

	Zu Zürch	Zu Nürnberg
Jan.	8,87	12,1
Febr.	9,52	10,2
März	7,66	10,6
April	7,61	9,7
May	6,62	8,7
Jun.	5,12	5,3
Jul.	4,98	5,6
Aug.	4,12	6,6
Sept.	6,29	6,5
Okt.	8,04	9,0
Nov.	8,99	9,7
Dec.	11,31	11,4

Aus den Sätzen, daß die mittlere Höhe an dem Meere durch alle Monate beständig ist, und die Veränderungen der Wärme sie nicht ändere, folgert er hierauf, daß die Veränderungen des Barometers der Aufhäufung der Luft und Dünste allein zugeschrieben werden müssen.

Die reine Luft, sagt er, dehnt sich nothwendig durch die ganze Lufthöhe aus, weil sie elastisch ist. Daher muß in dieser Absicht das Barometer in jeder Höhe des Orts auf eine proportionale Höhe steigen und insofern das Mariottische Gesetz noch immer statt haben. Ferner ereignen sich, fährt er fort, die größten Veränderungen des Barometers in den Wintermonaten, wo folglich die Wärme bey der Erdfläche geringer und von der Kälte der höhern Luft weniger ver-

verschieden ist. Daher können die Veränderungen des Barometers an den höhern Orten nicht merklich von der Wärme herrühren, wie es geschehen würde, wenn die Wärme der Erde grösser wäre.

Die größten und kleinsten Barometerhöhen treffen an höhern und niedrigern Oertern selten oder niemals auf gleiche Zeit ein. Der Grund dieses Satzes liegt in den verschiedenen Ursachen, welche die Barometerhöhen ändern können, und welche nicht wohl so zusammentreffen, daß das Gegentheil des Satzes statt hätte. Diese wunderbare Vermischung der Ursachen, die eine der andern Schranken setzen, bestimmen allerdings die Veränderungen des Barometers nach Maasse der geographischen Breite, der Höhe des Orts und der Jahrszeit. Sie werden überhaupt mit zunehmender Wärme und mit der Höhe des Orts kleiner. Es scheint, daß sich die Anhäufung der Dünste schlechterdings nach der Dichtigkeit der Luft richtet, weil die Luft desto mehrere Dünste tragen kann, je dichter sie ist. Die Dichtigkeit wird aber durch die Wärme eben so wohl als wegen der Höhe des Orts kleiner. Man weiß, daß die Luft desto mehr damit angefüllt ist, je näher man gegen die Pole kommt, wo sowohl die Kälte als auch ihre Abänderungen grösser sind. Die Ausdünstung des Wassers richtet sich nach den Abwechslungen der Kälte und Wärme, und ist daher gegen die Pole stärker. Wegen der Kälte ist die Luft dichter, und kann folglich mehrere Dünste tragen. Beides muß die Veränderungen des Barometers unter den Polen grösser machen.

Alle diese Schlüsse leiten Lambert auf den Satz, daß die Dünste wohl das meiste zu den barometrischen Veränderungen beytragen. Es lohne sich daher der Mühe, sagt er, auf solche Erfahrungen zu sinnen,

durch

durch welche man, wo nicht ihre ganze Masse, doch wenigstens ihre Ab- und Zunahme an jedem Orte und für jeden Tag bestimmen könne. Man sieht aber leicht, daß es hier auf die Bestimmung des Gewichts der Dünste ankommt, die in einer Kolumne Luft von gewisser Höhe oder von einem gegebenen Gewicht ist. Dazu thut er mancherley Vorschläge, und fährt dann in seiner Theorie fort.

Die Schwere der Luft und ihre Federkraft sind Ursachen, sagt er, welche das gehobene Gleichgewicht derselben in verschiedenen Orten wieder herstellen. Wir eignen daher der Luft eine beständige Bemühung zu, sich wiederum ins Gleichgewicht oder in ihren Beharrungsstand zu setzen, wenn sie aus demselben gehoben worden. Häufen sich dennoch irgendwo Dünste, so wird die Luft daselbst schwerer, und ein Theil des Uebergewichts breitet sich durch die umliegenden Oerter aus. Da es aber mit der Aufhäufung der Dünste langsam zugeht, so hat die Luft Zeit, sich wieder ins Gleichgewicht zu setzen. Daher steigt das Barometer langsam in die Höhe, und es wird nicht leicht die größte Höhe erreichen, es sey denn, daß es weit herum, z. B. in ganz Europa ebenfalls bey der größten Höhe sey. Aus eben dem Grunde hält es sich länger bey den grössern Höhen auf, wenn das Wetter hell bleibt, oder kein Regen fällt. Wir haben vorhin gesehen, daß es etliche Tage gebraucht, bis das Barometer bey anhaltendem hellen Wetter eine oder zwey Linien herunter sinkt; da es hingegen bey dem Regen schneller zugehet.

Diese Bemühung der Luft, sich wieder ins Gleichgewicht zu setzen, giebt uns nicht nur den Grund von den Aenderungen der Winde, sondern es lassen sich daraus auch verschiedene allgemeine Winde erklären. Einmal erhellet daraus, daß die Luft sich, von den Orten, wo

wo das Barometer höher steht, an diejenigen hinziehen müsse, wo es niedriger steht, wenn beyde Barometer in gleicher Höhe über dem Meer sind. Dieses geschiehet nun 1. wenn sich Luft und Dünste an einem Orte aufgehäuft haben. Da es aber damit langsamer zugeht, so kann hieraus kein starker Wind entstehen; er hält aber länger an, und ist beständiger in Absicht auf die Geschwindigkeit. 2. Wenn irgendwo das Barometer gefallen ist, oder wenn es stark geregnet hat; da zieht sich von allen umliegenden Orten Luft dahin, und der Wind wird stärker und allgemeiner, je stärker und allgemeiner der Regen gewesen. Da der Wind an dem Orte, wo das Barometer zu fallen anfieng, von allen umliegenden Orten herkömmt; so müssen daselbst widrige Winde wehen, und schnell abwechseln. Man kann also aus diesem Umstande schliessen, wo das Barometer anfing zu fallen.

Diese Betrachtungen gehen auf jede einzelne Winde. Es ist aber noch ein anderer Umstand, welcher macht, daß der Nord- und Südwind, und ihre Nebenwinde in dem gemässigten und kalten Erdgürtel allgemeiner seyn müssen: und dabey findet sich etwas, welches sich nicht so leicht erklären läßt. Die Luft nämlich ist unstreitig im Gleichgewichte, wenn das Barometer aller Orten bey seiner mittlern Höhe, und daher an der Meeresfläche bey 28 Zollen steht. Ferner ist die größte Aufhebung dieses Gleichgewichts der Hälfte der größten Veränderung gleich, welche das Barometer an jedem Orte haben kann. Ungeachtet sich diese größte Veränderung noch nicht aus Gründen bestimmen läßt; so ist es hier genug, daß es wirklich eine solche giebt, welche das Barometer einmal überschreitet. Denn dieses ist eben so gut, als wenn man die Unmöglichkeit dieses Ueberschreitens bewiesen hätte.

Wir haben bereits oben verschiedene von diesen größten Veränderungen nach den drey Umständen der geographischen Breite, der Höhe des Orts, und der Jahrszeit betrachtet. Diejenigen, welche das Barometer am Meere und im Winter leitet, wachsen von dem Aequator bis zu den Polen von 3 Linien bis auf 3 Zolle. Also kann das Barometer unter den Polen $1\frac{1}{2}$ Zoll über oder unter der mittlern Höhe stehen; unter dem Aequator aber beträgt diese Aufhebung des Gleichgewichtes niemals über $1\frac{1}{2}$ Linie.

Man setze also, das Barometer stehe in den Nordländern bey 29″ 6‴, so wird das Gewicht der Luft daselbst ihr Gewicht unter dem Aequator, welches am größten nur 28″ $1\frac{1}{2}$‴ seyn kann, um 1″ $4\frac{1}{2}$‴ überwiegen. Die Luft muß sich also nothwendig von den Polen gegen den Aequator ziehen, und daher ein Nordwind entstehen.

Eben dieses muß noch geschehen, wenn das Barometer vom Pole bis zum Aequator aller Orten seine größte Höhe hat. Wir können dieselben in folgender Tabelle vorstellen.

Polhöhe		größte Höhe des Barometers.	
80	. .	29″	$6\frac{1}{2}$‴
70	. .	29	6
60	. .	29	$4\frac{1}{2}$
50	. .	29	2
40	. .	28	$8\frac{1}{2}$
30	. .	28	4
20	. .	28	2
0	. .	28	$1\frac{1}{2}$

Woraus leicht zu sehen, daß von Grad zu Grad ein Uebergewicht ist, welches macht, daß sich die Luft vom

Pol

Pol gegen den Aequator ziehen, und daher ein Nordwind entstehen muß. Dieses Uebergewicht hat von dem 30 bis zum 50sten Grade seine größte Zunahme. Daher müßte sich in diesem Erdstriche der Nordwind am stärksten äussern. Er muß nothwendig stärker werden, wenn das Barometer in den wärmern Erdstrichen unter der größten Höhe ist.

Man kann hieraus den Grund angeben, warum die größten Barometerhöhen und die Nordwinde fast allezeit übereintreffen. Die Luft aus den Nordländern ist kälter, und folglich, wenn sie in die wärmere Erdstriche kommt, wird ihre Schnellkraft verstärkt. Dadurch aber macht sie, daß das Barometer noch höher steigen muß.

Wird das Gleichgewicht unter den Polen so aufgehoben, daß das Barometer daselbst seine kleinste Höhe hat, so wird aus gleichem Grunde die Luft unter dem Aequator ein Uebergewicht von 1″ 4½‴ haben. Sie muß sich also von dem Aequator gegen die Pole ziehen, und daher entstehen Südwinde.

Eben dieses muß noch Statt haben, wenn gleich das Barometer von dem Aequator bis zum Pole am tiefsten steht. Die kleinsten Höhen sind:

Polhöhe	kleinste Höhe des ☿
80°	26″ 5½‴
70	26 6
60	26 7½
50	26 10
40	27 3½
30	27 8
20	27 10
0	27 10½

Das

Das Uebergewicht nimmt also von Grad zu Grad zu, und die Zunahme ist, wie vorhin, von dem 50sten bis zum 30sten Grade der Breite am größten. Ist die Luft in den wärmern Erdstrichen schwerer als ihr kleinstes Gewicht; so muß der Südwind nothwendig noch stärker werden.

Durch den Südwind kommt wärmere Luft an kältere Oerter. Ihre Schnellkraft muß daher schwächer werden, und das Barometer noch tiefer fallen. Man sieht hieraus wieder, warum die tiefern Barometerhöhen und die südlichen Winde gewöhnlich zusammentreffen.

In so weit haben diese beyden Winde eine Aehnlichkeit. Sie gehen aber in verschiedenen Stücken von einander ab. Denn ungeachtet der Grund davon beydemahle in den Nordländern zu suchen ist; so ist er darin verschieden, — daß der Nordwind der Aufhäufung, der Südwind aber dem Fall der Dünste folgt. Die Aufhäufung ist langsamer und hält länger an. Hingegen können die Dünste auf einmal herunter fallen. Ferner erreicht das Barometer nicht anders seine größte Höhe, es sey denn, daß es in weit entlegenen Orten auch geschehe, und dies macht sie allgemeiner und anhaltender. Hingegen kann die kleinste Höhe in einem kleinern Striche Landes statt finden: allein sie währt nicht lange. Diese Sätze sind aus obigen Betrachtungen zureichend klar. Die Folgen daraus sind, — daß der Nordwind anhaltender und allgemeiner, der Südwind aber kürzer, abwechselnder und nicht von so langer Dauer ist. Uebrigens da die Winde noch andre Gesetze haben, nach denen sie sich richten, so werden diese Regeln dadurch eingeschränkt.

Eine

Eine Frage aber, die hier noch unverändert bleibt, ist diese: warum die so starken Abänderungen der Barometerhöhen in den Nordländern, ungeachtet der Bemühung der Luft, sich wieder ins Gleichgewicht zu setzen, sich dennoch nicht bis in den warmen Erdgürtel erstrecken? wo die größte Aufhebung des Gleichgewichtes kaum 2 Linien beträgt, da sie in dem gemässigten Erdgürtel bis auf einen Zoll, und in dem kalten bis auf $1\frac{1}{2}$ Zoll anwächst.

Wenn wir diese Erfahrungen, von denen man den Grund nicht einsieht, zum Grunde legen; so lassen sich allerdings Folgen daraus herleiten, welche nur deswegen unstreitig sind, weil die Erfahrung gewiß ist, übrigens aber eben so wenig aus vorhergehenden Gründen bewiesen werden können. Man kann aber dennoch daraus die Beschaffenheit der barometrischen Veränderungen a posteriori einsehen, und in so ferne haben sie ihren Nutzen.

Einmal können wir daraus schliessen, daß die größten und kleinsten Barometerhöhen nicht an allen Orten zugleich Statt finden: und wenn dieses auch wäre, so kann die aufgehäufte Masse der Dünste, oder ihre Verminderung nicht so lange bleiben, bis sich die Luft aller Orten ins Gleichgewicht gesetzt hat.

Um dieses zu beweisen, wollen wir setzen: das Barometer stehe aller Orten am höchsten, und die Masse von Luft und Dünsten, die sich aufgehäuft hat, bleibe so lange, bis sie aller Orten im Gleichgewichte ist: so ist die Frage, wie viel sodann das Barometer höher stehen müsse als 28 Zolle? die Flächen des warmen, gemässigten und kalten Erdgürtels sind wie die Zahlen 20, 25, und 4. Der Ueberschuß über der mittlern Höhe ist $1\frac{1}{4}$, 8 und 18 Linien, wenn man für jede Zone das Mittel nimmt. Wird dieser Ueber-

schuß mit der Fläche jeder Zone multiplicirt, und die Summe der Producte durch die Summe der Flächen dividirt, so hat man

$$\begin{array}{rcrcr} 20. & 1\frac{3}{4} & = & 35 \\ 25. & 8 & = & 200 \\ 4. & 18 & = & 72 \\ \hline 49 & & & 307 \end{array}$$

folglich 307 : 49 = $6\frac{1}{4}$ Linien: und um so viel müßte das Barometer aller Orten über 28 Zolle stehen. Da es nun unter dem Aequator niemals über 28″ $1\frac{1}{2}$‴ steht; so gehe von diesen $6\frac{1}{4}$ Linien $4\frac{3}{4}$ ab. Woraus man leicht sieht, daß die größten Barometerhöhen weder so allgemein noch so anhaltend sind, als wir hier gesetzt haben.

Nimmt man nur den gemässigten und kalten Erdgürtel, so hat man

$$\begin{array}{rcrcr} 25. & 8 & = & 200 \\ 4. & 18 & = & 72 \\ \hline 29 & & & 272 \end{array}$$

folglich der Ueberschuß über 28 Zoll = 272 : 29 = $9\frac{1}{3}$ Linien: woraus man sieht, daß die Grösse des warmen Erdgürtels zur Verminderung der nördlichen Barometerveränderungen sehr viel beyträgt. Denn die aufgehäufte Luft in Norden breitet sich wie vom Mittelpuncte gegen den Umkreis aus, und daher muß die Veränderung des Barometers gegen den Aequator viel geringer werden. Eben dieses gilt auch für jede einzelne Veränderung des Barometers an den Orten, die vom Pole entfernter sind.

Ferner sieht man hieraus, daß die barometrischen Veränderungen desto weniger Einfluß in einander haben, je mehr die Climata von einander verschieden sind. Und dieses erhellet in der gemässigten Zone am stärksten.

sten. So kann das Uebergewicht unter dem 50sten Grade der Breite bis auf 14 Linien anwachsen; da es unter dem 40sten Grade bey 8½ Linien bleibt. Der Unterschied ist 5½ Linien, welche einen starken Sturm aus Norden verursachen könnten. Indessen bleibt dessen unerachtet die Luft bey diesen öfters ziemlich ruhig. Man fragt demnach billig hiebey, was die nördlichere Luft hindere, sich bey solchem Uebergewichte gegen Süden zu dringen, da wir doch sonsten sehen, daß das Barometer fast durch ganz Europa zu gleicher Zeit steigt und fällt.

Ungeachtet diese Frage sich nicht leicht beantworten läßt; so sehen wir doch so viel hieraus, daß sich die Veränderungen des Barometers leichter nach den Parallelstrichen des Aequators als nach den Mittagszirkeln der Erde richten; daß in einem und eben demselben Clima die Aufhäufung der Luft und Dünste oder ihre Verminderung allgemeiner ist, und in einer viel grössern Strecke desselben fortgehet, als sie sich aus einem Clima in das andere hinüber zieht: endlich daß jedes Clima nach Maaß der Abänderung der Wärme und Kälte eine ihm eigene Aufhäufung und Verminderung der Dünste habe, welche sich nach dem Striche, der dem Aequator parallel ist, leichter und auf einmal zugleich äussert, sich hingegen mühsamer süd- und nordwärts verbreitet. So kann z. B. das Barometer unter dem 50sten Grad der Breite in ganz Europa 14 Linien über der mittlern Höhe stehen, und dieses Uebergewicht vermag dennoch nicht so viel, daß das Barometer unter dem 40sten Grad der Breite mehr als 8½ Linien über die mittlere Höhe hinauf komme.

Da sich aber dennoch ein Theil von der im nördlichen Clima aufgehäuften Luft und Dünste in das südlichere zieht, so wird in diesem die Höhe des Barometers

ters grösser, in jenem aber wächst sie minder. Will man also setzen, daß die 4 Linien in dem Nördlichen nur anfangs Statt haben, und das Barometer nach und nach wieder falle, weil es in dem Südlichen um $8\frac{1}{2}$ Linien steigt; so erhält man allerdings dadurch ein Gleichgewicht: allein es folgt zugleich daraus, daß die Ursachen der barometrischen Veränderungen in den Nordländern fast allein zu suchen sind, daß sie daselbst anfangen, und ein grosser Theil derjenigen, die an südlichern Oertern sind, mittheilungsweise von den nördlichen herrühren. Man müßte also die Polarländer als eine reiche und unerschöpfliche Quelle derselben ansehen.

Hieraus läßt sich vermuthen, daß die Veränderungen des Barometers in den Polarländern mit den Veränderungen der Wärme und Kälte, als der vornehmsten Ursache der Dünste, eine viel kenntlichere Verwandtschaft haben, als in den Erdstrichen, die näher bey dem Aequator sind; weil sich jene unter diese einmengen, und sie daher unordentlicher machen, welches bey dem Pole viel weniger geschieht.

Diese so merklichen Abänderungen in dem Gewichte der Luft dringen nicht bis in den warmen Erdgürtel, wo die Aufhebung des Gleichgewichts höchstens 2 Linien ist. Die Abwechslungen der Wärme und Kälte sind daselbst geringer. Daher ist diese Zone gleichsam sich selbst überlassen, und die Veränderungen des Barometers müssen daselbst ordentlicher seyn. Die Ursachen, welche in den andern Zonen den ordentlichen Lauf der Winde stören, fallen daselbst weg: und die Winde, welche daselbst herrschen, sind die, welche dem Umlaufe der Erde, der Wärme und anziehenden Kraft der Sonne und des Mondes, wie auch der oben erwähnten Circulation der Luft vom Meer zum Land,

und hinwiederum vom Lande zum Meere, zugeschrie-
ben werden können, und sich daraus erklären lassen.

In dem gemässigten Erdgürtel mengen sich alle die-
se Ursachen unter einander. Die Wärme und Käl-
te wechselt in denselben nicht nur stärker ab, son-
dern sie ist auch viel ungleicher ausgetheilt. Da-
her sind die daraus entstehenden Circulationen
nicht nur in viele kleinere vertheilt, davon jede eine be-
sondere Richtung hat, sondern sie verursachen auch,
daß der Nord- und Südwind, welcher vermöge vo-
riger Betrachtungen ziemlich allgemein seyn soll-
te, von seinem Wege abgeleitet wird. Man setze,
die Luft häufe sich nebst den Dünsten in einem nördli-
chen Lande auf, so würde das daher entstehende Ueber-
gewicht machen, daß sich die Luft vornemlich gegen Sü-
den ziehen müßte. Allein dadurch kommt sie in ein
wärmeres Clima, und ihre Schnellkraft wird verstärkt.
Die Luft wird dadurch mehr in die Höhe getrieben, und
fließt gegen die kältern Oerter, wo sie niedriger ist.
Da sie nun nicht gerade nordwärds zurück kann, weil
sie eben von daher verdrängt worden; so zieht sie sich
in die neben liegenden Länder, die kälter sind. Und
dadurch richtet sich der Wind, welcher gegen Süden
wehen sollte, gegen Nordost und Nordwest.

Wird die Luft irgendwo merklich leichter; so ent-
steht ein Zufluß der Luft aus den umliegenden Oertern,
weil das Gleichgewicht gehoben ist. Allein dieser Zu-
fluß währt nicht bloß so lange, bis das Gleichgewicht
wieder hergestellt ist, sondern es häuft sich daselbst ge-
meiniglich die Luft noch mehr auf, bis die Geschwin-
digkeit, die die zufliessende Luft einmal erlangt hat,
wieder vernichtet ist. Man kann dieses bey jeder Auf-
hebung des Gleichgewichtes sehen. Es entsteht daher
eine Art von Oscillation, welche nur nach und nach

 ab-

abnimmt. Da also an eben dem Orte, wo erst zu wenig Luft war, nunmehr zu viel ist, so ist klar, daß der Ueberfluß wieder wegfliessen muß, und auch in diesem Fall fließt gewöhnlich zu viel weg. Man kann hieraus einen Grund angeben, warum das Barometer, zumahl des Winters, aus der größten Tiefe sobald wieder zur größten Höhe kommt, und sich von dieser auch bald wieder herunter senkt.

Diese Abwechslung der grössern und kleinern Barometerhöhen, fährt er fort, ist desto stärker und schneller, je stärker und schneller der erste Fall ist. Oefters kommen sie innerhalb acht Tagen wieder. Geht es aber damit langsamer zu, so kann es drey bis vier Wochen anstehen. Im Hornung 1756 fanden vier solche Abwechslungen statt, und einige waren schon im Jänner. In diesem Monate hatte sich die Luft merklich aufgehäuft, und es brauchte den ganzen Hornung dazu, um sich durch verschiedene starke Undulationen dem Gleichgewichte zu nähern, und die Luft in den Stand zu setzen, in welchem sie im Frühlinge anfängt, kleinere Veränderungen zu leiden.

Nach dieser allgemeinen Betrachtung nimmt Lambert das Mariottische Gesetz wieder vor und untersucht, in wie fern sich die Abwechslungen, welche Dünste und Wärme dabey verursachen, bestimmen lassen. Er bestätigt und erläutert alles durch Untersuchung und Vergleichung vieler barometrischer Beobachtungen. Daraus findet er, Mariotte's Gesetz der Dichten treffe eigentlich nur in sehr grossen Höhen zu. Näher bey der Erdfläche machen besonders Dünste und Wärme Unordnungen darin. Er nimmt darauf Berge an, deren Höhen geometrisch gemessen waren, und auf denen auch das Barometer beobachtet worden war. Die geometrischen Messungen hatte er

schon

schon in seiner Schrift: Les propietés remarquables de la route de la lumière par les airs durch die Strahlenbrechung verbessert. Die Barometerstände drückte er in Linien aus, und zog von jedes Logarithmen, den von 336, des mittlern Barometerstandes am Meere ab; da fand er dann, daß der jedesmalige Unterschied der Logarithmen mit 10000 multiplicirt und die drey niedrigsten Ziffern weggelassen, ziemlich genau die Höhen in Toisen vorstellte, aber doch bey grössern Höhen merkliche Fehler gab. So betrug der Fehler beym Canigou, wo der Barometerstand 20 Zoll ½ Linie, die geometrische Höhe 1424, 5 Toisen ist, 28 Toisen. Er suchte daher die nöthige Verbesserung.

Es sey die Höhe des Barometers am Meere $= a$ Linien, in der Höhe $x = y$ Linien, und die Höhe x werde in Toisen ausgedrückt; so ist $10000 \log \frac{a}{y}$

$= x + \frac{43 (336 - y)}{43 + (336 - y)}$ z. B. es sey $y = 25'' = 300'''$; so ist $\log a = \log 336 = 2,5263393$
$\log y = \log 300 = 2,4771212$

$10000 \log \frac{a}{y} \quad \ldots\ldots \quad = 492,181$

Ferner $\frac{43 \cdot 36}{43 + 36} = 19,6$. Daher

$$x = 10000 \log \frac{a}{y} - \frac{43 \cdot (336 - y)}{43 + (336 - y)} = 472,6$$

Er findet, daß diese Formel zwischen verschiedenen Beobachtungen das Mittel hält, schränkt sich jedoch nur auf die Berge ein, für welche sie eigentlich gefunden ist. Als Umstände, unter welchen die Formel gebraucht werden kann, werden übrigens folgende angegeben:

geben: Einmal da die Unterschiede zwischen den Barometerhöhen an zweyen gleichen Orten veränderlich sind; so wird man der Wahrheit allerdings näher kommen, wenn man aus mehrern das Mittel nimmt. Das Mittel aus der größten und kleinsten ist nicht zureichend, theils weil sich dieselben sehr selten ereignen, theils aber weil es von dem Mittel aus mehrern verschieden ist, weil die kleinern Barometerhöhen seltener sind. Nimmt man das Mittel aus sehr wenigen; so sind die Regentage dabey verdächtig, besonders wenn an denselben das Barometer tief unter die mittlere Höhe herabfällt. Es fällt an den untern Oertern viel tiefer als an den höhern, und macht daher den Unterschied geringer, als er seyn sollte. Und da man bey diesen Ausmessungen immer Beobachtungen, die an zwey Orten zugleich gemacht worden sind, haben muß; so sind diejenigen Tage dazu am schicklichsten, an welchen das Barometer bey der mittlern Höhe und einige Tage in Ruhe gestanden hat. Endlich bedarf die Formel, da sie nur nach solchen Beobachtungen eingerichtet ist, welche sämtlich in den Wintermonaten gemacht worden sind, bey den Sommermonaten einige Verbesserung.

Nach dieser Formel hat er Tafeln durch alle Linien von 27 Zoll 11 Linien bis 19 Zoll und dann noch durch alle halbe Zoll bis 14 berechnet. Sie sind auf die mittlere Winterhöhe des Barometers gerichtet, nicht auf den mittlern Stand aus vielen Jahren. Davon wird ebenfalls hier Rechenschaft gegeben und gezeigt, was alsdann nöthig wäre.

Peter Horrebow.

Viel ähnliches mit Mariotte's Verfahren hat des berühmten Dänischen Astronomen Horrebow's seins

seins q). Auch er stellt sich die Atmosphäre in Schichten getheilt vor, in deren jeder das Quecksilber um eine Linie fällt, berechnet, wie weit jede unterste Gränze von ihrer obersten ist, und findet hieraus die Höhe, die einem gegebenen Barometerstande gehört.

Im Augustmonate 1737 fand er durch die Erfahrung, man müsse sich 75 Fuß über die Meeresfläche erheben, wenn das Quecksilber im Barometer um eine Linie fallen solle. Nach dieser Erfahrung berechnete er eine Tafel, deren Zahlen nach folgender Analogie gefunden wurden: Wie sich verhält die beobachtete Barometerhöhe zu 336 Linien, als der Höhe des Quecksilbers am Ufer des Meers; so verhalten sich 75 Fuß als die Höhe der Luftsäule, die am Ufer des Meers mit einer Linie Quecksilber das Gleichgewicht hält, zu der Höhe der Luftsäule, die eben so viel am Orte der Beobachtung thut. Denn wäre die Luft durchgehends gleich dichte; so würde ihre Höhe herauskommen, wenn man die 12, 5 sechsf. Ruthen mit den 336 Linien, welche die ganze Höhe von 28 Zoll des Quecksilbers im Barometer ausmachen, multiplicirte und also 4200 sechsfüssige Ruthen seyn. Aber es ist klar, daß die Luft weiter hinan dünner wird, die nächstfolgende Schicht also, welche Horrebow von dem Ende dieser 12°, 5 bis dahin, wo das Quecksilber wieder um eine Linie fällt, rechnet, höher ist.

Hieraus folgert er dann, daß sie in eben dem Verhältniß höher seyn müsse, in welchem die Quecksilbersäule, die

q) S. s. Elementa philosophiae naturalis Cap. VIII. De densitate stratorum relativa et altitudine Atmosphaerae. Auszüge daraus bes. des 8ten Kap. findet man in der Nouv. Bibliotheq. Germaniq. 1750. Octob. Nov. Decemb. und durch Herrn Hofr. Kästner im Hamburg. Mag. 4. Band S. 677. u. f.

die noch im Barometer hängen bleibt, niedriger ist, und dies nimmt er durchgehends so an. Kommt man nämlich dahin, wo das Quecksilber um die Hälfte gefallen ist, und also nur 14 Zoll hoch steht; so schließt er, die Schicht der Atmosphäre, die zu diesem Orte auf die so eben beschriebene Art gehört, sey noch einmal so hoch, als die beym Meere, und also 25°. An dem Orte, wo das Quecksilber um ¾ gefallen ist, und nur 7 Zoll hoch steht, ist die zugehörige Schicht vier mal so hoch als beym Meere, also 50° nach französischem Maaß.

Aus der von H. berechneten Tafel kann man die Höhe über dem Horizont des Meeres aus der Höhe des Barometers durch alle Linien durch finden. Das folgende mag zu einer Uebersetzung von H. Methode in die algebraische Sprache dienen: Am Meere sey die Höhe c, über den Horizont erhebt falle es um die Grösse b, daß also seine Höhe $= a - b$ ist. Vom Meere an, bis man dahin kömmt, wo das Barometer noch um b tiefer fällt, also seine Höhe $a - 2b$ ist; bis dahin reicht die zweyte Schicht; ihre Höhe aber verhält sich zur Höhe der ersten, wie $a : a - b$, und ist also $= ac : (a - b)$. Die Höhe der dritten Schicht geht von da an, wo die Barometerhöhe $a - 2b$ ist, bis dahin, wo sie $a - 3b$ wird, und ist selbst $ac : a - 2b$, weil sie sich zur Höhe der ersten, wie $a : a - 2b$ verhält. Dieses zum voraus gesetzt, ist klar, daß die Höhe der Schicht, an deren unterstem Ende das Barometer $a - nb$ hoch steht, $ac : (a - nb)$ sey. Man sieht also folgende Gleichungen ein:

I. Barometerhöhe.	II. Höhe der zugehörigen Schicht.
a	c
$a-b$	$ac:(a-b)$
$a-2b$	$ac:(a-2b)$
$a-3b$	$ac:(a-3b)$
. .	. .
. .	. .
. .	. .
$a-nb$	$ac:(a-nb)$

III. Entfernung über dem Meer.

0

c

$c\,(1+ac:(a-b)$

$c\,(1+ac:(a-b)+ac:(a-2b)$

$c\,(1+ac:(a-b)\ldots+ac:(a-(n-1)b))$

Das dritte Glied der dritten Columne nämlich ist die Summe der beyden ersten Glieder der zweyten Col. Das vierte Glied der dritten Col. die Summe der drey ersten der zweyten u. s. f. Man sieht leicht, wie sich aus der zweyten Columne die dritte machen läßt, wenn man die Quotienten $a:(a-b)$, $a:(a-2b)$; $a:(a-3b)$ u. s. f. findet, mit c multiplicirt, und die Produkte zusammen addirt, also werden die Entfernungen über dem Horizont aus der Summirung einer harmonischen Progression gefunden. Herrn Horrebow's Zahlen zu erhalten, setzt man $a=28''$ $b=\frac{1}{12}'''$ und $c=12^\circ, 5$. Hieraus findet er die Entfernung über dem Meere, wo die Höhe des Barometers o ist, $26862^\circ, 8$. Er behauptet, daß seine Rechnung mit den Erfahrungen gut zutreffe. Die Höhe des Bergs Clairet war (nach dem Bericht der Memoires des Scienc. 1705) durch geometrische Ausmessung 277° gefun-

gefunden worde
Hr. Marald
S. 290. 291.)
Linien bey der
nicht in engere
bow, seine T
Die gefun
Dänische Mei
Toisen, weil
So hoch ist äl
gar kein Queck
bow's Hypot
sieht leicht, da
Entfernung übe
wo die Barome
Horrebow's
voraus setzt, di
ner, in welcher
also sich in die
man die Höhen

Im Jahr
metrische Beoba
Wieliczka und Bochnia an r). Das Barometer, dessen er sich dabey bediente, war nach Dreßdner Maasse die Elle in 24 Zolle, und der Zoll in 12 Linien eingetheilt. Das Gehäuse war ein viereckigtes Prisma, worin beydes, die Büchse und Glasröhre der ganzen Länge

r) Zwey Versuche mit dem Barometer, in den polnischen Salzgruben, Wieliczka und Bochnia; angestellt den 7 und 22 Novemb. 1743 in einem Schreiben an Prof. Kästner mitgetheilt. S. Hamb. Magaz. 3. Band 3. St. (Hamburg 1749) S. 250 u. f.

länge nach eingeschlossen, und nur oben so weit die Theilung reichte, ein Stück Glas eingesetzt war, unter welchem von der einen Seite ein Zeiger angebracht war, der mit der Spitze über die Eintheilung weg, und bis an die Glasröhre ging, von aussen aber sich füglich fortrücken ließ.

Den ersten Versuch damit machte er den 7 Nov. Vormittags zwischen 9 und 10 Uhr, in Wieliczka, wobey er den Stand des Quecksilbers unter verschiedenen Höhen fand, nämlich:

1) Oben auf einem nicht weit von Wieliczka gelegenen Berge bey der Voigtey Czubinow: 31 Zoll ½ Lin.

2) Unten am Fusse des Bergs oder über dem Schachte Regis, 190 Ellen (welches die Höhe des ganzen Berges gegen Regis ist) tiefer als vorher; 31 Zoll 5 Linien.

3) In den Gruben unter dem Schachte Regis in einer Teuffe vom Tage 230 Ellen, 31 Zoll, 8 Linien.

4) Unten in der Kammer Kloski, in einer Teuffe vom Tage, 380 Ellen: 32 Zoll, 3 Linien. Es war also die ganze Veränderung der Höhe des Quecksilbers auf 570 Ellen, 1 Zoll, 2½ Linie. Denselben Tag versuchte er auch bey dem Schachte Woyczech, was das Quecksilber an solchen Orten, wo, nach dem Ausdruck des Bergmannes, keine Wetter sind, vor eine Höhe erreichte.

Unter dem Schachte, unter einer Teuffe vom Tage, 120 Ellen stand das Quecksilber, wie unter Regis, 31 Zoll, 8 Linien.

In der Mitte des Schachts wollte kein Licht lange brennen, unten aber, wo gearbeitet wurde, war es durch öfteres Stören noch zu erhalten, dennoch brennte es beständig ganz schwach, und mit einer kurzen Flamme, als wenn es ausgehen wollte.

Den

gefunden worden, und seine Hypothese giebt sie 277°, 1. Hr. Maraldi und Cassini gestatten (Mem. 1705 S. 290. 291.) einen Irrthum von 2, 3, ja 4 und $4\frac{2}{3}$ Linien bey der Barometerhöhe. Schränkt man dieses nicht in engere Grenzen ein; so hofft Hr. Horrebow, seine Theorie werde überall genug thun.

Die gefundenen 26863 Toisen machen fast $7\frac{1}{16}$ Dänische Meilen oder 7 Dänische Meilen und 235 Toisen, weil die Dänische Meile 3804 Toisen hält. So hoch ist also die Atmosphäre bis dahin, wo sie gar kein Quecksilber mehr trägt, nach Herrn Horrebow's Hypothese, in Dänischen Meilen. Man sieht leicht, daß er im eigentlichen Verstande nur die Entfernung über dem Horizonte kann berechnet haben, wo die Barometerhöhe sehr klein wird, und daß Hr. Horrebow's Hypothese, wie die Halleyische, voraus setzt, die Luft werde in eben der Verhältniß dünner, in welcher das auf sie drückende Gewicht abnimmt, also sich in die Halleyische verwandeln wird, wenn man die Höhen der Schichten unendlich klein annimmt.

Schober.

Im Jahr 1743 stellte C. G. Schober barometrische Beobachtungen in den polnischen Salzgruben Wieliczka und Bochnia an r). Das Barometer, dessen er sich dabey bediente, war nach Dreßdner Maasse die Elle in 24 Zolle, und der Zoll in 12 Linien eingetheilt. Das Gehäuse war ein viereckigtes Prisma, worin beydes, die Büchse und Glasröhre der ganzen Länge

r) Zwey Versuche mit dem Barometer, in den polnischen Salzgruben, Wieliczka und Bochnia; angestellt den 7 und 22 Novemb. 1743 in einem Schreiben an Prof. Kästner mitgetheilt. S. Hamb. Magaz. 3. Band 3. St. (Hamburg 1749) S. 250 u. f.

länge nach eingeschlossen, und nur oben so weit die Theilung reichte, ein Stück Glas eingesetzt war, unter welchem von der einen Seite ein Zeiger angebracht war, der mit der Spitze über die Eintheilung weg, und bis an die Glasröhre ging, von aussen aber sich füglich fortrücken ließ.

Den ersten Versuch damit machte er den 7 Nov. Vormittags zwischen 9 und 10 Uhr, in Wieliczka, wobey er den Stand des Quecksilbers unter verschiedenen Höhen fand, nämlich:

1) Oben auf einem nicht weit von Wieliczka gelegenen Berge bey der Voigtey Czubinow: 31 Zoll ½ Lin.

2) Unten am Fusse des Bergs oder über dem Schachte Regis, 190 Ellen (welches die Höhe des ganzen Berges gegen Regis ist) tiefer als vorher; 31 Zoll 5 Linien.

3) In den Gruben unter dem Schachte Regis in einer Teuffe vom Tage 230 Ellen, 31 Zoll, 8 Linien.

4) Unten in der Kammer Kloski, in einer Teuffe vom Tage, 380 Ellen: 32 Zoll, 3 Linien. Es war also die ganze Veränderung der Höhe des Quecksilbers auf 570 Ellen, 1 Zoll, 2½ Linie. Denselben Tag versuchte er auch bey dem Schachte Woyczech, was das Quecksilber an solchen Orten, wo, nach dem Ausdruck des Bergmannes, keine Wetter sind, vor eine Höhe erreichte.

Unter dem Schachte, unter einer Teuffe vom Tage, 120 Ellen stand das Quecksilber, wie unter Regis, 31 Zoll, 8 Linien.

In der Mitte des Schachts wollte kein Licht lange brennen, unten aber, wo gearbeitet wurde, war es durch öfteres Stören noch zu erhalten, dennoch brennte es beständig ganz schwach, und mit einer kurzen Flamme, als wenn es ausgehen wollte.

Den

Den andern Versuch stellte er den 22 Nov. ebenfalls Vormittags zwischen 9 und 10 Uhr in Bochnia an, wo er in den Gruben mehr Teuffe hatte.

1) Auf einem Berge, nahe bey dem Schacht Campi stand das Quecksilber 30 Zoll, 11 Linien.

2) Unten am Fusse des Bergs, oder über dem Schachte Campi, 70 Ellen (welches die Höhe des Bergs gegen Campi ist) tiefer als zuerst: 31 Zoll 1 Linie.

3) In den Gruben unter dem Schachte Campi in einer Teuffe vom Tage, 176 Ellen, 31 Zoll 5⅓ Linie.

4) Ferner unter dem Schachte Niszni, welcher gleich unter Campi liegt, in einer Teuffe vom Tage, 382 Ellen: 31 Zoll, 10 Linien.

5) Endlich unter dem Schachte Gladysz, welcher auch unter Niszni liegt, in einer Teuffe vom Tage, 543 Ellen: 32 Zoll, 2 Linien.

Es war also das Steigen des Quecksilbers überhaupt in einer Höhe von 613 Ellen, 1 Zoll, 3 Linien.

Joh. Georg Sulzer.

In seiner Beschreibung der Merkwürdigkeiten, welche er auf einer 1742 gemachten Reise durch einige Orte des Schweizerlandes beobachtet hat [s]), befindet sich im Anhange zuerst eine Tafel nach Dan. Bernoulli's Formel berechnet. Den mittlern Barometerstand am Meere setzt er = 28 Zoll 4¾ Linien. Die Tafel hat 3 Columnen. Die 1ste ist überschrieben: Fall des Quecksilbers vor eine Linie. Die 2te: Höhe des Orts über das Mittell. Meer. Die 3te: Mittlere Höhe des Quecksilbers von 28 Zoll 4¾ Lin. durch alle einzelne Linien bis 23 Zoll.

Zum

s) Zürich 1742. 4.

Zum Gebrauche dieser Tafel giebt S. folgende Vorschrift: An dem Orte, dessen Höhe über dem Meere man wissen will, soll man eine Höhe von 150 oder 200 Fuß wirklich messen; und bemerken, um wie viel das Quecksilber von einer Grenze dieser Höhe zur andern fällt. Aus diesem Falle und der gemessenen Höhe berechnet man nur nach der Regel detri, wie hoch man in selbiger Gegend steigen muß, daß das Quecksilber um eine Linie fällt. Was man so berechnet hat, sucht man in seiner ersten Columne auf; so steht damit in der zweyten des Orts Höhe über das Meer, in der dritten der mittlere Barometerstand desselben in einer Zeile. Gründe dieses Verfahrens giebt er nicht an; gesteht aber selbst, man könne unvermerkt wohl ein paar hundert Schuh irren.

Hr. Prof. Böhm hat in seiner gründlichen Anleitung zur Meßkunst auf dem Felde die Sulzerische Tafel ebenfalls angehängt. Nachher hat Sulzer noch viele andere Versuche über das Barometer angestellt. Bekannt ist sein Neuer Versuch die Höhe der Berge durch Hülfe des Barometers auszumessen in den Denkschriften der Berliner Akademie für's Jahr 1753. Daselbst trägt er zuerst Versuche über die Pressung der Luft vor.

Er nahm ein halb Dutzend gläserne Röhren, die weit genug waren, um die Anhängung des Quecksilbers an der innern Fläche der Röhre unmerklich zu machen. Diese Röhren ließ er mit Hülfe messingener Hülsen an einander setzen und mit Siegellack in einander kitten, um aus allen eine einzige lange Röhre zu machen, die zu diesem Gebrauche eben so gut war, als wenn sie aus einem Stücke gewesen wäre. Nachdem er das Ende dieser Röhre umgebogen hatte, ließ er auf eben die Art wie vorhin eine weitere Röhre, die einen Fuß lang

lang war, daran setzen, und machte diese mit der langen Röhre parallel. Oben an der weiten Röhre war ein kleines Röhrchen befestigt von sehr enger Oeffnung. Das so zugerichtete Instrument ward an ein festes Stück Holz angemacht, vermittelst dessen man es in einer vertikalen Stellung befestigen konnte. Vorher aber war schon die Röhre genau in Zolle eingetheilt. Darauf wurde oben bey C in eine lange Röhre etwas Quecksilber eingegossen, damit dasselbe den ganzen Raum unter der Linie AB erfüllte, um eine richtige Linie AB zu erhalten, von welcher man die Höhen in beiden Röhren anrechnen konnte.

Das Haarröhrchen C wurde in dieser Absicht so lange offen gelassen, damit die Luft dadurch ausweichen konnte, indem man das Quecksilber in die Röhre goß. Hierauf wurde das Röhrchen C mit Siegellack verschlossen und neben der weiten Röhre ein Farenheitisch Thermometer aufgehängt, um die Wärme während des Versuchs beobachten zu können. Der ganze Versuch wurde in freyer Luft vorgenommen. Die Resultate waren nach Rheinländischem Maasse folgende:

Höhe

Höhe des Barometers.	Thermometer.	Höhe des ☿ in der langen Röhre.	Raum, den die Luft angenommen.
24″, 56	70	0,00 Zoll	11,00 Zoll
	70	2, 30	10,00
	70	5, 18	9,00
	70	7, 00	8,00
	70½	13, 75	7,00
	70¾	16, 43	6, 50
	71	19, 57	6,00
	71	23, 55	5, 50
	70½	28, 00	4, 85
	71	33, 79	4, 50
	71	48, 60	3, 50
	70½	59, 77	3, 00
	71	66, 50	2, 75
	71	74, 60	2, 50
	72	84, 50	2, 25
	72½	96, 40	2, 00
	73	111, 15	1, 87
	73½		
	74		
	73		

Nach diesem Versuch ließ Hr. S. alles in dem Zustande, den die letzten Zahlen anzeigen, fünf Stunden lang stehen. Da er die Beschaffenheit der Röhre untersuchte, fand er, daß die Sonne, deren Strahlen inzwischen auf die Röhre gefallen waren, den Thermometer bis auf 81 Grade getrieben hatte. Die Quecksilbersäule in der langen Röhre war ungefähr um 4 Zoll gestiegen, und die zusammengedrückte Luft hatte wegen dieser neuen Wärme die Oberfläche des Quecksilbers platt gedruckt. Doch nahm dasselbe noch den

abnimmt. Da also an eben dem Orte, wo erst zu wenig Luft war, nunmehr zu viel ist, so ist klar, daß der Ueberfluß wieder wegfliessen muß, und auch in diesem Fall fließt gewöhnlich zu viel weg. Man kann hieraus einen Grund angeben, warum das Barometer, zumahl des Winters, aus der größten Tiefe sobald wieder zur größten Höhe kommt, und sich von dieser auch bald wieder herunter senkt.

Diese Abwechslung der grössern und kleinern Barometerhöhen, fährt er fort, ist desto stärker und schneller, je stärker und schneller der erste Fall ist. Oefters kommen sie innerhalb acht Tagen wieder. Geht es aber damit langsamer zu, so kann es drey bis vier Wochen anstehen. Im Hornung 1756 fanden vier solche Abwechslungen statt, und einige waren schon im Jänner. In diesem Monate hatte sich die Luft merklich aufgehäuft, und es brauchte den ganzen Hornung dazu, um sich durch verschiedene starke Undulationen dem Gleichgewichte zu nähern, und die Luft in den Stand zu setzen, in welchem sie im Frühlinge anfängt, kleinere Veränderungen zu leiden.

Nach dieser allgemeinen Betrachtung nimmt Lambert das Mariottische Gesetz wieder vor und untersucht, in wie fern sich die Abwechslungen, welche Dünste und Wärme dabey verursachen, bestimmen lassen. Er bestätigt und erläutert alles durch Untersuchung und Vergleichung vieler barometrischer Beobachtungen. Daraus findet er, Mariotte's Gesetz der Dichten treffe eigentlich nur in sehr grossen Höhen zu. Näher bey der Erdfläche machen besonders Dünste und Wärme Unordnungen darin. Er nimmt daher auf Berge an, deren Höhen geometrisch gemessen waren, und auf denen auch das Barometer beobachtet worden war. Die geometrischen Messungen hatte er

schon

schon in seiner Schrift: Les propietés remarquables de la route de la lumière par les airs durch die Strahlenbrechung verbessert. Die Barometerstände drückte er in Linien aus, und zog von jedes Logarithmen, den von 336, des mittlern Barometerstandes am Meere ab; da fand er dann, daß der jedesmalige Unterschied der Logarithmen mit 10000 multiplicirt und die drey niedrigsten Ziffern weggelassen, ziemlich genau die Höhen in Toisen vorstellte, aber doch bey grössern Höhen merkliche Fehler gab. So betrug der Fehler beym Canigou, wo der Barometerstand 20 Zoll ½ Linie, die geometrische Höhe 1424, 5 Toisen ist, 28 Toisen. Er suchte daher die nöthige Verbesserung.

Es sey die Höhe des Barometers am Meere = a Linien, in der Höhe x = y Linien, und die Höhe x werde in Toisen ausgedrückt; so ist $10000 \log \frac{a}{y}$ $= x + \frac{43(336-y)}{43+(336-y)}$ z. B. es sey $y = 25''$ $= 300'''$; so ist $\log a = \log 336 = 2,5263393$

$\log y = \log 300 = 2,4771212$

$$10000 \log \frac{a}{y} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad = 492,181$$

Ferner $\frac{43 \cdot 36}{43+36} = 19,6$. Daher

$$x = 10000 \log \frac{a}{y} - \frac{43 \cdot (336-y)}{43+(336-y)} = 472,6$$

Er findet, daß diese Formel zwischen verschiedenen Beobachtungen das Mittel hält, schränkt sich jedoch nur auf die Berge ein, für welche sie eigentlich gefunden ist. Als Umstände, unter welchen die Formel gebraucht werden kann, werden übrigens folgende ange-

 geben:

geben: Einmal da die Unterschiede zwischen den Barometerhöhen an zweyen gleichen Orten veränderlich sind; so wird man der Wahrheit allerdings näher kommen, wenn man aus mehrern das Mittel nimmt. Das Mittel aus der größten und kleinsten ist nicht zureichend, theils weil sich dieselben sehr selten ereignen, theils aber weil es von dem Mittel aus mehrern verschieden ist, weil die kleinern Barometerhöhen seltener sind. Nimmt man das Mittel aus sehr wenigen; so sind die Regentage dabey verdächtig, besonders wenn an denselben das Barometer tief unter die mittlere Höhe herabfällt. Es fällt an den untern Oertern viel tiefer als an den höhern, und macht daher den Unterschied geringer, als er seyn sollte. Und da man bey diesen Ausmessungen immer Beobachtungen, die an zwey Orten zugleich gemacht worden sind, haben muß; so sind diejenigen Tage dazu am schicklichsten, an welchen das Barometer bey der mittlern Höhe und einige Tage in Ruhe gestanden hat. Endlich bedarf die Formel, da sie nur nach solchen Beobachtungen eingerichtet ist, welche sämtlich in den Wintermonaten gemacht worden sind, bey den Sommermonaten einige Verbesserung.

Nach dieser Formel hat er Tafeln durch alle Linien von 27 Zoll 11 Linien bis 19 Zoll und dann noch durch alle halbe Zoll bis 14 berechnet. Sie sind auf die mittlere Winterhöhe des Barometers gerichtet, nicht auf den mittlern Stand aus vielen Jahren. Davon wird ebenfalls hier Rechenschaft gegeben und gezeigt, was alsdann nöthig wäre.

Peter Horrebow.

Viel ähnliches mit Mariotte's Verfahren hat des berühmten Dänischen Astronomen Horrebow's

seins

seins q). Auch er stellt sich die Atmosphäre in Schichten getheilt vor, in deren jeder das Quecksilber um eine Linie fällt, berechnet, wie weit jede unterste Gränze von ihrer obersten ist, und findet hieraus die Höhe, die einem gegebenen Barometerstande gehört.

Im Augustmonate 1737 fand er durch die Erfahrung, man müsse sich 75 Fuß über die Meeresfläche erheben, wenn das Quecksilber im Barometer um eine Linie fallen solle. Nach dieser Erfahrung berechnete er eine Tafel, deren Zahlen nach folgender Analogie gefunden wurden: Wie sich verhält die beobachtete Barometerhöhe zu 336 Linien, als der Höhe des Quecksilbers am Ufer des Meers; so verhalten sich 75 Fuß als die Höhe der Luftsäule, die am Ufer des Meers mit einer Linie Quecksilber das Gleichgewicht hält, zu der Höhe der Luftsäule, die eben so viel am Orte der Beobachtung thut. Denn wäre die Luft durchgehends gleich dichte; so würde ihre Höhe herauskommen, wenn man die 12, 5 sechsf. Ruthen mit den 336 Linien, welche die ganze Höhe von 28 Zoll des Quecksilbers im Barometer ausmachen, multiplicirte und also 4200 sechsfüssige Ruthen seyn. Aber es ist klar, daß die Luft weiter hinan dünner wird, die nächstfolgende Schicht also, welche Horrebow von dem Ende dieser 12°, 5 bis dahin, wo das Quecksilber wieder um eine Linie fällt, rechnet, höher ist.

Hieraus folgert er dann, daß sie in eben dem Verhältniß höher seyn müsse, in welchem die Quecksilbersäule, die

q) S. s. Elementa philosophiae naturalis Cap. VIII. De densitate stratorum relativa et altitudine Atmosphaerae. Auszüge daraus bes. des 8ten Kap. findet man in der Nouv. Bibliotheq. Germaniq. 1750. Octob. Nov. Decemb. und durch Herrn Hofr. Kästner im Hamburg. Mag. 4. Band S. 677. u. f.

die noch im Barometer hängen bleibt, niedriger ist, und dies nimmt er durchgehends so an. Kommt man nämlich dahin, wo das Quecksilber um die Hälfte gefallen ist, und also nur 14 Zoll hoch steht; so schließt er, die Schicht der Atmosphäre, die zu diesem Orte auf die so eben beschriebene Art gehört, sey noch einmal so hoch, als die beym Meere, und also 25°. An dem Orte, wo das Quecksilber um ¾ gefallen ist, und nur 7 Zoll hoch steht, ist die zugehörige Schicht viermal so hoch als beym Meere, also 50° nach französischem Maaß.

Aus der von H. berechneten Tafel kann man die Höhe über dem Horizont des Meeres aus der Höhe des Barometers durch alle Linien durch finden. Das folgende mag zu einer Uebersetzung von H. Methode in die algebraische Sprache dienen: Am Meere sey die Höhe c, über den Horizont erhebt falle es um die Grösse b, daß also seine Höhe $= a - b$ ist. Vom Meere an, bis man dahin kömmt, wo das Barometer noch um b tiefer fällt, also seine Höhe $a - 2b$ ist; bis dahin reicht die zweyte Schicht; ihre Höhe aber verhält sich zur Höhe der ersten, wie $a : a - b$, und ist also $= ac : (a - b)$. Die Höhe der dritten Schicht geht von da an, wo die Barometerhöhe $a - 2b$ ist, bis dahin, wo sie $a - 3b$ wird, und ist selbst $ac : a - 2b$, weil sie sich zur Höhe der ersten, wie $a : a - 2b$ verhält. Dieses zum voraus gesetzt, ist klar, daß die Höhe der Schicht, an deren unterstem Ende das Barometer $a - nb$ hoch steht, $ac : (a - nb)$ sey. Man sieht also folgende Gleichungen ein:

I. Barometerhöhe.	II. Höhe der zugehörigen Schicht.
a.	c.
$a - b$	$ac : (a - b)$
$a - 2b$	$ac : (a - 2b)$
$a - 3b$	$ac : (a - 3b)$
. .	. .
. .	. .
. .	. .
$a - nb$	$ac : (a - nb)$

III. Entfernung über dem Meer.

0

c

$c\,(1 + ac : (a - b)$

$c\,(1 + ac : (a - b) + ac : (a - 2b)$

$c\,(1 + ac ; (a - b) \ldots + ac ; (a - (n - 1)b))$

Das dritte Glied der dritten Columne nämlich ist die Summe der beyden ersten Glieder der zweyten Col. Das vierte Glied der dritten Col. die Summe der drey ersten der zweyten u. s. f. Man sieht leicht, wie sich aus der zweyten Columne die dritte machen läßt, wenn man die Quotienten $a : (a - b)$, $a : (a - 2b)$; $a : (a - 3b)$ u. s. f. findet, mit c multiplicirt, und die Produkte zusammen addirt, also werden die Entfernungen über dem Horizont aus der Summirung einer harmonischen Progression gefunden. Herrn Horrebow's Zahlen zu erhalten, setzt man $a = 28''$ $b = \frac{1}{12}'''$ und $c = 12^{\circ}, 5$. Hieraus findet er die Entfernung über dem Meere, wo die Höhe des Barometers 0 ist, $26862^{\circ}, 8$. Er behauptet, daß seine Rechnung mit den Erfahrungen gut zutreffe. Die Höhe des Bergs Clairet war (nach dem Bericht der Memoires des Scienc. 1705) durch geometrische Ausmessung 277° gefun-

gefunden worden, und seine Hypothese giebt sie 277°, 1. Hr. Maraldi und Cassini gestatten (Mem. 1705 S. 290. 291.) einen Irrthum von 2, 3, ja 4 und $4\frac{2}{3}$ Linien bey der Barometerhöhe. Schränkt man dieses nicht in engere Grenzen ein; so hofft Hr. Horrebow, seine Theorie werde überall genug thun.

Die gefundenen 26863 Toisen machen fast $7\frac{1}{10}$ Dänische Meilen oder 7 Dänische Meilen und 235 Toisen, weil die Dänische Meile 3804 Toisen hält. So hoch ist also die Atmosphäre bis dahin, wo sie gar kein Quecksilber mehr trägt, nach Herrn Horrebow's Hypothese, in Dänischen Meilen. Man sieht leicht, daß er im eigentlichen Verstande nur die Entfernung über dem Horizonte kann berechnet haben, wo die Barometerhöhe sehr klein wird, und daß Hr. Horrebow's Hypothese, wie die Halleyische, voraus setzt, die Luft werde in eben der Verhältniß dünner, in welcher das auf sie drückende Gewicht abnimmt, also sich in die Halleyische verwandeln wird, wenn man die Höhen der Schichten unendlich klein annimmt.

Schober.

Im Jahr 1743 stellte C. G. Schober barometrische Beobachtungen in den polnischen Salzgruben Wieliczka und Bochnia an [r]). Das Barometer, dessen er sich dabey bediente, war nach Dreßdner Maasse die Elle in 24 Zolle, und der Zoll in 12 Linien eingetheilt. Das Gehäuse war ein viereckigtes Prisma, worin beydes, die Büchse und Glasröhre der ganzen Länge

r) Zwey Versuche mit dem Barometer, in den polnischen Salzgruben, Wieliczka und Bochnia; angestellt den 7 und 22 Novemb. 1743 in einem Schreiben an Prof. Kästner mitgetheilt. S. Hamb. Magaz. 3. Band 3. St. (Hamburg 1749) S. 250 u. f.

länge nach eingeschlossen, und nur oben so weit die Theilung reichte, ein Stück Glas eingesetzt war, unter welchem von der einen Seite ein Zeiger angebracht war, der mit der Spitze über die Eintheilung weg, und bis an die Glasröhre ging, von aussen aber sich füglich fortrücken ließ.

Den ersten Versuch damit machte er den 7 Nov. Vormittags zwischen 9 und 10 Uhr, in Wieliczka, wobey er den Stand des Queckfilbers unter verschiedenen Höhen fand, nämlich:

1) Oben auf einem nicht weit von Wieliczka gelegenen Berge bey der Voigtey Czubinow: 31 Zoll ½ Lin.

2) Unten am Fusse des Bergs oder über dem Schachte Regis, 190 Ellen (welches die Höhe des ganzen Berges gegen Regis ist) tiefer als vorher; 31 Zoll 5 Linien.

3) In den Gruben unter dem Schachte Regis in einer Teuffe vom Tage 230 Ellen, 31 Zoll, 8 Linien.

4) Unten in der Kammer Kloski, in einer Teuffe vom Tage, 380 Ellen: 32 Zoll, 3 Linien. Es war also die ganze Veränderung der Höhe des Quecksilbers auf 570 Ellen, 1 Zoll, 2½ Linie. Denselben Tag versuchte er auch bey dem Schachte Woyczech, was das Quecksilber an solchen Orten, wo, nach dem Ausdruck des Bergmannes, keine Wetter sind, vor eine Höhe erreichte.

Unter dem Schachte, unter einer Teuffe vom Tage, 120 Ellen stand das Quecksilber, wie unter Regis, 31 Zoll, 8 Linien.

In der Mitte des Schachts wollte kein Licht lange brennen, unten aber, wo gearbeitet wurde, war es durch öfteres Stören noch zu erhalten, dennoch brennte es beständig ganz schwach, und mit einer kurzen Flamme, als wenn es ausgehen wollte.

Den

Den andern Versuch stellte er den 22 Nov. ebenfalls Vormittags zwischen 9 und 10 Uhr in Bochnia an, wo er in den Gruben mehr Teuffe hatte.

1) Auf einem Berge, nahe bey dem Schacht Campi stand das Quecksilber 30 Zoll, 11 Linien.

2) Unten am Fusse des Bergs, oder über dem Schachte Campi, 70 Ellen (welches die Höhe des Bergs gegen Campi ist) tiefer als zuerst: 31 Zoll 1 Linie.

3) In den Gruben unter dem Schachte Campi in einer Teuffe vom Tage, 176 Ellen, 31 Zoll 5⅓ Linie.

4) Ferner unter dem Schachte Niszni, welcher gleich unter Campi liegt, in einer Teuffe vom Tage, 382 Ellen: 31 Zoll, 10 Linien.

5) Endlich unter dem Schachte Gladysz, welcher auch unter Niszni liegt, in einer Teuffe vom Tage, 543 Ellen: 32 Zoll, 2 Linien.

Es war also das Steigen des Quecksilbers überhaupt in einer Höhe von 613 Ellen, 1 Zoll, 3 Linien.

Joh. Georg Sulzer.

In seiner Beschreibung der Merkwürdigkeiten, welche er auf einer 1742 gemachten Reise durch einige Orte des Schweizerlandes beobachtet hat [s]), befindet sich im Anhange zuerst eine Tafel nach Dan. Bernoulli's Formel berechnet. Den mittlern Barometerstand am Meere setzt er = 28 Zoll 4¾ Linien. Die Tafel hat 3 Columnen. Die 1ste ist überschrieben: Fall des Quecksilbers vor eine Linie. Die 2te: Höhe des Orts über das Mittell. Meer. Die 3te: Mittlere Höhe des Quecksilbers von 28 Zoll 4¾ Lin. durch alle einzelne Linien bis 23 Zoll.

Zum

s) Zürich 1742. 4.

Zum Gebrauche dieser Tafel giebt S. folgende Vorschrift: An dem Orte, dessen Höhe über dem Meere man wissen will, soll man eine Höhe von 150 oder 200 Fuß wirklich messen; und bemerken, um wie viel das Quecksilber von einer Grenze dieser Höhe zur andern fällt. Aus diesem Falle und der gemessenen Höhe berechnet man nur nach der Regel detri, wie hoch man in selbiger Gegend steigen muß, daß das Quecksilber um eine Linie fällt. Was man so berechnet hat, sucht man in seiner ersten Columne auf; so steht damit in der zweyten des Orts Höhe über das Meer, in der dritten der mittlere Barometerstand desselben in einer Zeile. Gründe dieses Verfahrens giebt er nicht an; gesteht aber selbst, man könne unvermerkt wohl ein paar hundert Schuh irren.

Hr. Prof. Böhm hat in seiner gründlichen Anleitung zur Meßkunst auf dem Felde die Sulzerische Tafel ebenfalls angehängt. Nachher hat Sulzer noch viele andere Versuche über das Barometer angestellt. Bekannt ist sein Neuer Versuch die Höhe der Berge durch Hülfe des Barometers auszumessen in den Denkschriften der Berliner Akademie für's Jahr 1753. Daselbst trägt er zuerst Versuche über die Pressung der Luft vor.

Er nahm ein halb Dutzend gläserne Röhren, die weit genug waren, um die Anhängung des Quecksilbers an der innern Fläche der Röhre unmerklich zu machen. Diese Röhren ließ er mit Hülfe messingener Hülsen an einander setzen und mit Siegellack in einander kitten, um aus allen eine einzige lange Röhre zu machen, die zu diesem Gebrauche eben so gut war, als wenn sie aus einem Stücke gewesen wäre. Nachdem er das Ende dieser Röhre umgebogen hatte, ließ er auf eben die Art wie vorhin eine weitere Röhre, die einen Fuß lang

lang war, daran setzen, und machte diese mit der langen Röhre parallel. Oben an der weiten Röhre war ein kleines Röhrchen befestigt von sehr enger Oeffnung. Das so zugerichtete Instrument ward an ein festes Stück Holz angemacht, vermittelst dessen man es in einer vertikalen Stellung befestigen konnte. Vorher aber war schon die Röhre genau in Zolle eingetheilt. Darauf wurde oben bey C in eine lange Röhre etwas Quecksilber eingegossen, damit dasselbe den ganzen Raum unter der Linie AB erfüllte, um eine richtige Linie AB zu erhalten, von welcher man die Höhen in beiden Röhren anrechnen konnte.

Das Haarröhrchen C wurde in dieser Absicht so lange offen gelassen, damit die Luft dadurch ausweichen konnte, indem man das Quecksilber in die Röhre goß. Hierauf wurde das Röhrchen C mit Siegellack verschlossen und neben der weiten Röhre ein Farenheitisch Thermometer aufgehängt, um die Wärme während des Versuchs beobachten zu können. Der ganze Versuch wurde in freyer Luft vorgenommen. Die Resultate waren nach Rheinländischem Maasse folgende:

Höhe

Höhe des Barometers.	Thermometer.	Höhe des ☿ in der langen Röhre.	Raum, den die Luft angenommen.
24″, 56	70	0,00 Zoll	11,00 Zoll
	70	2,30	10,00
	70	5,18	9,00
	70	7,00	8,00
	70½	13,75	7,00
	70¾	16,43	6,50
	71	19,57	6,00
	71	23,55	5,50
	70½	28,00	4,85
	71	33,79	4,50
	71	48,60	3,50
	70½	59,77	3,00
	71	66,50	2,75
	71	74,60	2,50
	72	84,50	2,25
	72½	96,40	2,00
	73	111,15	1,87
	73½		
	74		
	73		

Nach diesem Versuch ließ Hr. S. alles in dem Zustande, den die letzten Zahlen anzeigen, fünf Stunden lang stehen. Da er die Beschaffenheit der Röhre untersuchte, fand er, daß die Sonne, deren Strahlen inzwischen auf die Röhre gefallen waren, den Thermometer bis auf 81 Grade getrieben hatte. Die Quecksilbersäule in der langen Röhre war ungefähr um 4 Zoll gestiegen, und die zusammengedrückte Luft hatte wegen dieser neuen Wärme die Oberfläche des Quecksilbers platt gedruckt. Doch nahm dasselbe noch den

ganzen Raum bis auf 1, 87 Zoll ein. Dieser Umstand versicherte ihn, daß die Röhre keine Luft und kein Quecksilber durchgelassen habe. Zu gleicher Zeit kann man daraus sehen, daß die kleine Veränderung des Thermometers während dem Versuche keinen merklichen Einfluß haben konnte, die Höhen des Quecksilbers in der einen oder der andern Röhre zu ändern.

Die Resultate des zweyten Versuchs waren:

Barometer.	Thermometer.	Höhe d. Quecksilbers.	Raum der Luft.
24, 06	62	0, 00	11, 00
	62	5, 40	8, 90
	62	6, 95	8, 50
	61½	8, 00	8, 00
	62	10, 04	7, 50
	62¼	12, 40	7, 00
	62	15, 57	6, 50
	62	19, 30	5, 95
	62	23, 20	5, 50
	62½	33, 50	4, 50
	62	40, 75	4, 00
	62	50, 00	3, 50
	62	61, 95	3, 00
	62½	79, 79	2, 50
	62¼	98, 56	2, 00
	62½	137, 00	1, 50

Einige Zeit nachher erhielt Hr. S. eine lange gläserne Röhre, die sehr weit war, und dieses bewog ihn, die vorhergehenden Versuche noch einmal mit mehr Bequemlichkeit zu wiederholen. Alles wurde wie vorher zurecht gemacht, ausser, daß die lange Röhre nun aus einem

einem Stück war (wenige Fuß ausgenommen, die oben daran gesetzt worden), und diese Röhre war auch weiter als die vorige. Folgende Tabelle enthält den Erfolg. Hier ist aber der Rheinländische Fuß in 12 Zolle getheilt, der Zoll aber nur in 10 Linien.

Barometer.	Thermometer.	Höh. d. Quecksilbers.	Raum der Luft.
29	55	0.0	12
Während dem Versuche fiel der Barometer, aber so, daß es kaum zu merken war.	beständig durch die ganze Zeit des Versuchs.	2.2	11
		5.3	10
		8.8	9
		13.7	8
		19.1	7
		26.1	6
		36.1	5
		52.0	4
		76.3	3
		124.6	2
		169.2	$1\frac{1}{2}$

S. bringt den Erfolg aller drey Versuche in der folgenden Tabelle zusammen, in welcher er zugleich zu den Säulen des pressenden Quecksilbers die damaligen Höhen der Barometer hinzugefügt hat, um den ganzen Druck zu haben. Auch hat er die $\frac{8}{100}$, warum das Barometer während dem ersten Versuche gefallen war, nach und nach davon abgezogen. Die ersten Zahlen sind verändert worden, indem Hr. S. für die Höhe des Barometers sowohl, als für den ganzen Raum, den die Luft vor der Pressung eingenommen hatte, gesetzt hat.

I. Versuch.		II. Versuch.		III. Versuch.	
Preß.	Dichtigk.	Preß.	Dichtigk.	Preß.	Dichtigk.
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1,093	1,00	1,224	1,236	1,076	1,091
1,211	1,222	1,288	1,294	1,183	1,200
1,284	1,375	1,332	1,375	1,303	1,333
1,559	1,571	1,417	1,466	1,472	1,500
1,669	1,692	1,515	1,571	1,659	1,714
1,796	1,833	1,647	1,692	1,900	2,000
1,958	2,000	1,802	1,849	2,241	2,400
2,130	2,288	1,964	2,000	2,793	3,000
2,375	2,444	2,392	2,444	3,631	4,000
2,936	3,143	2,693	2,750	5,297	6,000
3,391	3,666	3,078	3,143	6,835	8,000
3,706	4,000	3,575	3,666		
4,035	4,444	4,320	4,444		
4,438	4,888	5,096	5,500		
4,922	5,500	6,694	7,333		
5,522	5,882				

Man sieht, daß das Resultat dieser drey Versuche nicht ganz einerley ist. Hierüber darf man sich nicht wundern, da der geringste Fehler, den man in der Bemerkung der Luft begeht, einen merklichen Fehler in Ansehung der Höhe des Quecksilbers in der langen Röhre hervorbringt. Hr. S. bemerkt, daß der dritte Versuch der sicherste ist, und versichert dabey eine überaus grosse Genauigkeit gebraucht zu haben. Ausserdem hatte er diesmal ein Mittel gefunden, die Maschine zum Versuch in einen unterirdischen Gang seines Hauses zu setzen, da denn das obere Ende derselben bis an das erste Stockwerk reichte. Auf diese Art konnte er sehr genau die Höhe des Quecksilbers in der weiten Röhre bemerken, und der Gehülfe bey diesem Ver-

Versuche konnte mit gleicher Bequemlichkeit gerade so viel Quecksilber nachgiessen, als Hr. S verlangte. Ausserdem machte die immer gleiche Temperatur des unterirdischen Gangs, daß die ganze Zeit des Versuchs hindurch gänzlich einerley Grad der Wärme blieb.

Aus allen diesen Beobachtungen zieht Hr. Sulzer den Schluß, 1) daß die Dichtigkeit der Luft immer grösser ist, als die Pressung, die sie erleidet; 2) daß der Ueberschuß der Dichtigkeit über die Pressung immer zunimmt, je dichter die Luft wird. Um nun das Gesetz der Zusammendrückung sich deutlich vorstellen zu könuen, nennt Hr. S. das pressende Gewicht P, und die Dichtigkeit der Luft, die dasselbe hervorbringt D, alsdann wird man für das Gesetz der Dichtigkeit folgende Gleichung erhalten. $D = P^{\pi}$, wo der Exponent π eine Funktion von P ist, die mit ihr grösser wird.

Ausser den Versuchen über die Pressung der Luft stellte Hr. S. noch viele andere über die Verdünnung der Luft durch die Wärme an. Er nahm eine hinlängliche Menge Wasser, welches seine Wärme, die grösser war als die Wärme der äussern Luft, eine kurze Zeit ohne merkliche Veränderungen behielt, und setzte es in ein Zimmer unter der Erde, in welchem der Fahrenheitische Thermometer auf 57 Grade stand. In dieses Wasser setzte er den Thermometer nebst einer gläsernen Röhre, die unten zu war, oben aber eine kleine Oeffnung hatte. Durch vorhergehende Versuche hatte er bemerkt, daß die Luft in der Röhre, wenn diese in das Wasser getaucht war, in sehr kurzer Zeit eben den Grad der Wärme erhielt den das Wasser dem Thermometer mitgetheilt hatte, und dies versicherte ihn, daß die Luft denselbigen Grad hatte. Diesen Grad schrieb er auf, hielt die kleine Oeffnung der Röhre zu, damit keine Luft hinein kommen könnte, indem er die Röhre

aus dem Wasser zog. Hierauf setzte er die umgekehrte Röhre in kaltes Wasser, welches ebenfalls, so wie die Luft, den 57 Grad der Wärme hatte. Nachdem alles bis auf diesen Grad abgekühlt war, fand er, daß das Wasser in die Röhre gestiegen war, da ihm die Luft, die sich nun wieder zusammengezogen hatte, Platz gelassen hatte. Die Masse des Wassers zeigte, wie viel Luft die Wärme vorher aus der Röhre herausgetrieben hatte. Diese Versuche wiederholte er etlichemal, und führt diejenigen an, die er zu einer Zeit gemacht hatte, da der Barometer vollkommen stille gestanden hat.

Grade des Fahrenheitischen Thermometers.	Menge der ausgetriebenen Luft.
144	0,172 von der ganzen Masse.
107	0,145
100	0,122
94	0,101
84	0,071
57	0,000

Hieraus sieht Hr. S., daß die Verdünnung der Luft ohngefähr in arithmetrischer Progression fortgeht. Denn 57 Grade mehr als die beständige Temperatur der unterirdischen Luft treiben 0,172 Theile Luft aus, und 50 Grade 0,145 Theile u. s. f., so daß man ohngefähr für einen Grad dieses Thermometers 0,0026 Theile setzen kann. Hiernach kann man leicht die Verdünnungen von dem 32 Grade anfangen, statt des 57 Grades. Hierauf baute Hr. S. folgende Tabelle.

Grade der Wärme.	Ausgetriebene Luft.
100	0,1768
90	0,1508
80	0,1248
70	0,0988
60	0,0728
50	0,0468
40	0,0208
32	0,0000

Setzt man nun die Luft, welche eine Wärme von 32 Grade hat, gleich 1, so ist die Dichtigkeit der Luft von 40 Grade 1 — 0,0208 = 0,9792. Die Dichtigkeit der Luft von 50 Grade 1 — 0,0468 = 0,9532, u. s. f.. Nach der Annahme des Hrn. S., daß die Wärme der Dichtigkeit der Luft proportionirt sey, erhält man also folgende Tabelle.

Grade des Thermometers.	Verhältniß der Wärme.
	1
100	1,1768
90	1,1508
80	1,1248
70	1,0988
60	1,0728
50	1,0468
40	1,0208
32	1,0000

Um Gebrauch von dieser Tabelle zu machen, müßte man wissen, wie warm die Luft in jeder Höhe ist, da aber diese Wärme nicht immer und an allen Orten einerley ist, so folgert Sulzer hieraus, daß man unmöglich allgemeine Formeln geben könne, welche alle diese Veränderungen in sich schliessen.

Aus beyderley Versuchen nun, von der Ausdehnung durch die Wärme und von der Zusammenpressung leitet Hr. S. eine Formel für die Vergleichung zwischen Barometerstande und Höhe über den Horizont des Meers her. Sie ist folgende:

$$\frac{m\,dx}{u} = \pm C + \frac{1}{(\pi - 1)\,p^{\pi - 1}}$$

Setzt man hier die Wärme u beständig; so verwandelt sich die vorige Gleichung in diese:

$$\pm C + \frac{1}{(\pi - 1)\,p^{\pi - 1}} = mx \text{ oder}$$

$$p = \left(\frac{1}{(\pi - 1)\,Cmx + \frac{1}{\pi - 1}}\right)^{\frac{1}{\pi - 1}}$$

wo p die Höhe des Barometers und x die Höhe über dem Meere ist.

Die veränderlichen Grössen in der vorhergehenden Formel müssen also allezeit nach S. Versuchen bestimmt werden, und er giebt doch selbst solche in Kleinigkeiten nicht für ganz zuverlässig aus, ob er gleich aus solchen Versuchen für diese Formel Zahlen auf etliche Decimalstellen berechnet hat. Und nun wendet er seine Formel auf eine Beobachtung an, die er ungezweifelt für die richtigste unter allen erklärt. Sie ist aus Bouguer's Beschreibung von Peru. Auf einer Höhe von 2476 Ruthen oder 14856 Fuß fiel das Quecksilber 12 Zoll und 3 Linien, und am Ufer der Südsee stund es ungefähr auf 28 Zoll. Nach dieser Erfahrung ist also $p = 0,5630$. Setzt man nun in der allgemeinen Formel $x = 14856$ und $m = 0,00004$; so bekommt man $p = 0,5519$, welches etwas mehr als $3\frac{1}{2}$ Linien Unterschied in der Höhe des Barometers und ungefähr 400 Fuß in der Höhe des Berges macht.

Sul-

Sulzers Versuche können also wohl überhaupt zur Kenntniß der Luft nützlich seyn, aber zu der Absicht, welche die Aufschrift seiner Abhandlung verspricht, dienen sie gar nicht. Kommen wir denn in Luft, die fünf oder sechs mal so stark gedruckt wird, als die, in welcher wir leben? Und kann man wohl eine Formel, aus welcher man Etwas um mehr als seinen 40ten Theil anders herausbringt, als eine sehr richtige Beobachtung es angiebt, zu ihrer Bestätigung mit einer solchen richtigen Beobachtung vergleichen? —

Bouguer.

Die von den Mitgliedern der Pariser Akademie bey der Ausmessung des Grades unter dem Aequator angestellten Versuche über Höhenmessungen mit dem Barometer gehören unter die merkwürdigsten, die man hat. Von denselben giebt Bouguer in seinem Werke über die Figur der Erde [t]) folgende Regel: Man drücke die Quecksilberhöhen im Barometer in Linien aus, schlage in gewöhnlichen Tafeln dieser Zahlen Logarithmen auf und nehme derselben Differenz. Von diesem ziehe man seinen dreissigsten Theil ab und behalte von dem, was übrig bleibt, nur die Kennzifer und die vier nächsten höchsten Zifern; das ist die relative Höhe der Oerter in Toisen.

Man sieht leicht, daß diese Regel sich sehr wenig von der längst vorher bekannten Halley'schen unterscheidet. B. nennt sie sehr einfach, von ihrem Grun-

t) S. La figure de la terre .... Par. 1749. 4. im vorangesetzten Voyage au Perou p. XXXIX: Und observations des hauteurs faites avec le baromètre au mois d'Aout 1751 sur une partie des Alpes par M. *Neadham* (Bern. 1760. 4.), wobey sich ein Brief befindet, den Bouguer kurz vor seinem Tode an Neadham schrieb.

Grunde sagt er nur; daß sie darauf ankomme, daß sich die Dichten der Luft in geometrischer Progression ändern, indem sich die Höhen in arithmetrischer ändern. Hr. Hofr. Kästner muthmaßt [u]), B. habe seine Regel also gefunden: Er hätte eine gewisse Verhältniß zwischen den Dichten des Wassers und der Luft am Meere angenommen, daraus die zwischen Luft und Quecksilber hergeleitet, und sich so eine Formel nach der Anleitung gemacht, die Halley vorlängst gegeben hatte. Nun hätte er, um eine leichte Rechnung zu bekommen, das was in den veränderlichen Logarithmen muß multiplicirt werden, so einfach als möglich zu machen gesucht. Dabey würde er sich denn freylich kleine Aenderungen in den Zahlen, aus denen dieser Koefficient entsteht, verstattet haben, um ihn endlich auf $\frac{290000}{30}$ zu bringen, welches die Bequemlichkeit gab, daß man nur $\frac{1}{30}$ abziehen darf.

Uebrigens stimmt die Anwendung dieser Regel auf die Beobachtungen, die man auf zweyen Spitzen der Cordeliere, dem Pichincha und Choussat angestellt hat, mit der geometrischen Ausmessung bis auf eine Toise überein, und B. versichert, er könne sie noch durch mehr als 30 Beyspiele bestätigen. Allein, setzt er hinzu, es ist merkwürdig, daß diese Methode, selbst wenn man sie so allgemein als möglich macht, in den untern Theilen der Cordeliere nicht mehr zutrifft. Um dies Phänomen zu erklären, schrieb er daher [x]) den Theilen der Luft eine Federkraft von verschiedener Stärke zu. Zum Beweise seiner Hypothese führt er einige Ver-

u) Abhandl. von Höhenmess. mit dem Baromet. §. 102. u. f.

x) Sur les dilatations de l'air dans l'atmosphère par M. *Bouguer* in den Memoires de l'Acad. Roy. des sc. de Paris 1753 p. 515 u. f.

suche mit dem Pendel an, die ihm gezeigt haben, die Dichte der Luft in der Atmosphäre verhalte sich nicht immer wie die zusammendrückende Kraft. Der Verlust der Bewegung oder die Verminderung, welche die Ausschweifungen eines und eben desselben Pendels in einer gewissen Zeit erlitten, zeigten ihm den Grad der Dichte der Luft an.

Mehrere Untersuchungen über Bouguer's Regel findet man in Hrn. Hofr. Kästner's o. a. Schrift.

Needham.

Dieser glaubt in der vorhin von ihm angeführten Schrift, bey grossen Höhen über das Meer, auf welche allein Bouguer seine Regel wolle angewandt haben, seyen 63 Toisen, um so viel er die Höhen der Berge grösser fand, nicht beträchtlich. Er schlägt vor, man solle ein Barometer am Meere beobachten lassen, ein anderes mit auf die Reise nehmen und geringere Höhen, bis sich etwa das Quecksilber 38 oder 40 Linien senkt, d. i. Höhen von 6-700 Toisen nach Bouguer's Regel von unten hinauf rechnen, aber nicht vergessen, die genannten 63 Toisen abzuziehen.

Liest man die Kästnerischen Untersuchungen über B. Regel; so sieht man gar leicht, daß N. die Gründe von B. Regel nicht aufgesucht hat und so was an sie flicken will, das nicht an sie paßt.

Barometertafeln
von
Tobias Mayer.

Schon im Jahr 1751 theilte Tob. Mayer diese Tafeln über die Höhen der Luft für eine jede Höhe des Quecksilbers im Barometer Hollmannen mit. Den

Gebrauch derselben beschreibt er selbst in einem Briefe an diesen kurz also: Wenn an zweyen verschiedenen von einander nicht allzuweit entfernten Oertern zu gleicher Zeit die Höhe des Quecksilbers ist beobachtet worden, so suche man die beyden Höhen in der ersten Columne der Tafel und nehme gegen über in der andern die zugehörigen Zahlen und ziehe die kleinere von der grössern ab; alsdann zeigt der Unterschied an, um wie viele Pariser Toisen der eine Ort höher liegt als der andere. Z. B. auf dem Berge Canigou im mittäglichen Frankreich fanden die Französischen Astronomen die Höhe des Quecksilbers = 20 Zoll 0⅓ Lin.; am Ufer des Meers aber 27 Zoll 11⅓ Lin. Die zugehörigen Zahlen in der Tabelle sind 1507 und 60; der Unterschied 1444, um so viel Toisen ist der Berg Canigou über die Meeresfläche erhoben. Die wirkliche geometrische Messung giebt für die Höhe des Berges 1441 Toisen, und also nur 6 Toisen weniger als die Tafel. Wenn für einen Ort die mittlere Höhe des Barometers aus vielfältigen Beobachtungen bekannt ist; so giebt die in der Tabelle dieser Höhe correspondirende Zahl die Erhöhung des Orts über die Meeresfläche, wiewohl nicht so genau, als wenn man auf vorige Art zugleich die Höhe des Quecksilbers am Meere selbst bekannt erhalten hat.

Einige Jahre nachher bediente sich Hollmann dieser Tafel bey Bestimmung der Höhen von Clausthal und Göttingen [y]).

Nachricht von diesen Mayer'schen Tafeln giebt, aber nur beyläufig, Hr. Hofr. Beckmann [z]). Er sagt hier, daß er zwey Tafeln zur Messung der Höhen mit

y) S. Comm. Soc. Scientiar. Gotting. Tom IV ad Ann. 1754. p. 93.

z) M. Erich Laxmanns sibirische Briefe herausgegeb. von Schlözer (Göttingen 1769. 8.) p. 34. Anmerk.

mit dem Barometer besitze, die von dem seel. Mayer entworfen seyen. Nach der Hand redet davon Hr. Hofr. Kästner [a]) nach einer Abschrift, die ihm des Verfertigers Sohn, der jetzige Hr. Hofr. Mayer in Erlangen mitgetheilt hatte, welcher die Tafeln von Hrn. Hofr. Beckmann bekam. Hollmann giebt nachher davon ausführlichere Nachricht [b]).

Die Art ihrer Verfertigung und die Gründe, worauf sie beruhen, sind noch unbekannt; aber aus verschiedenen damit angestellten Versuchen hat man gefunden, daß sie vor allen bisher kund gewordenen Berechnungen der Wahrheit noch immer am nächsten gekommen sind. Sie gehen durch alle einzelne Linien der Barometerhöhen, die innerhalb ihrer Grenzen fallen. Die erste von 28 Zoll 4 Linien und der Höhe 0 bis 15 Zoll 0 Linie, dazu die Höhe 2762 Toisen gehört. Die zweyte fängt von 29 Zoll 6 Linien an, der sie 77 Toisen, als Tiefe oder vermeinte Höhe giebt. Bey 28 Zoll ist ihre Höhe = 0; und ihr letztes Glied 14 Zoll 6 Linien mit 2859 Tois. Höhe.

Hr. Hofr. Kästner hat a. a. O. die Vorschrift, nach welcher die erste Tafel berechnet ist, auf folgende Art aufgesucht: In der Formel

$$x = c \cdot \frac{\text{log. nat.}\,(f : y)}{\text{log. nat.}\,(f : g)}$$

welche zur Findung der Höhe so sehr bequem ist, weil man bey ihr sogleich Briggische Logarithmen brauchen kann, ist der 1sten Tafel gemäß f = 340 Lin. g = 20 Zoll = 240 Lin. c = 1513 Toisen.

Also

a) S. Höhenmess. mit dem Barom. p. 320 u. f.

b) Nöthiger Unterricht von Barometern und Thermometern von Sem. Chr. Hollmann (Göttingen 1783 8.). p. 102 u. f.

Also überhaupt $x = \frac{1513 \log. (340 : y)}{\log. (34 : 24)}$

Nun ist $\log. (34 : 24) = 0{,}1512677$

$\log. 0{,}1512677 = 0{,}1797462 - 1$

$\log. 1513 = 3{,}1798389$

Also $\log. 1513 - \log (34 : 24) = 4{,}0000927$

und die Zahl zu diesem Logarith. = 10002.

Da aber die Zahlen der Tafel wohl nicht in der größten Schärfe zu verstehen sind und man daben Kleinigkeiten beyseite setzen kann; so darf man für diese Zahl 10000 annehmen. Der Logarithme, der als Nenner in der Formel für x steht, ist also beinahe ein Zehntausendtheil der Zahl, die im Zähler in den veränderlichen Logarithmen multiplicirt wird. Es ist also $x = 10000 . \log (340 : y)$, wo y die Barometerhöhe in Linien ausdrückt und x eine Zahl von Toisen bedeutet.

Die zweyte Tafel setzt bey 28 Zoll 4 Linien die Höhe = − 51, eigentlich so viel Tiefe unter ihrem Horizont. In der ersten aber gehören zu eben dem Barometerstande 51 Toisen wirkliche Höhen über ihrem Horizont. Das entdeckt sogleich, daß beyde Tafeln im Grunde einerley sind, und daß die zweyte Höhen über einem Horizont angiebt, der 51 Toisen über der ersten ihre erhoben ist. Bedeutet also x in der ersten Taf. und z in der zweyten Zahlen, die zu einerley Barometerstande gehören; so ist $z = x - 51$. Uebrigens ist es jetzt ausgemacht, daß Mayers Regel bey allen den Rechnungen, die hier jetzt den meisten Beifall zu verdienen scheinen, zum Grunde liegt.

Die Tafeln selbst findet man unter der Aufschrift: *Tob. Mayeri* Tabula Altitudinum Mercurii barometrici cum respondentibus locorum supra maris superficiem

ciem altitudinibus in Hollmanns oben angeführter Schrift.

Sam. Christ. Hollmann.

Dieser giebt in seiner Physik zur Bestimmung der respektiven Erhöhungen unterschiedener Oerter über einen und denselben Horizont folgende Vorschrift. Sunt .... *altitudines* fere inter se a data superficie ut *differentiae* altitudinum *barometricae*. sub iisdem circumstantiis. Ita v. c. differentia altitudinis barometricae in summo montis urbi nostrae proxime adjacentis vertice *dem Haynberg* ad eam, quae in summo montis non procul *Dransfelda*, oppido propinquo sibi jugo observatur, ceteris omnibus paribus est ut 7 : 10 circiter, et ad eam, quae in summo apice montis Bructerorum, *dem Brocks - oder Blocksberg* d. 10 Jul. 1741 a nobis observata est, ut 7 : 35. Sunt ergo montium illorum altitudines supra horizontem hujus civitatis circiter inter se, ut 7 : 10 item ut 7 : 35 et ut 10 : 35.

Schon Hr. Hofr. Kästner aber erinnert mit vollkommenen Rechte, Hollmann nehme hier offenbar an, wenn das Barometer gleich viel fallen soll, müsse man allemal gleich viel steigen, von welcher Stelle man auch zu steigen anfange. Die ganze Vorschrift streitet gegen die bekannte Elasticität der Luft; eben aus dieser Ursache halte ich es nicht für der Mühe werth, mich länger hierbey aufzuhalten.

Gregor Fontana.

Auch der berühmte Italienische Mathematiker Fontana schrieb im Jahr 1771 ein Werk über die Baro-

Barometerhöhe c). Seine Absicht dabey war freylich nur die Anwendung analytischer Kunstgriffe zu Auflösung folgender allgemeinen Aufgabe:

Gesetzt man hat die Barometerhöhe am Meere; die Schwere ist veränderlich und verhält sich umgekehrt, wie eine Potenz der Entfernung vom Mittelpunkte der Erde, deren Exponent gegeben ist; wie groß ist die Barometerhöhe in einer gegebenen Stelle über dem Meere?

Er bringt die Auflösung auf eine integrabele Differentialgleichung, worin die veränderlichen Grössen vermengt sind. Uebrigens kommt die Aufgabe selbst in der Ausübung nicht vor, indem wir immer auf Stellen bleiben, wo die Schwere als unveränderlich angesehen wird.

Es sey A die Höhe des Quecksilbers im Barometer über der Meeresfläche, x sey die perpendikuläre Höhe des Orts über dieselbe, z die Höhe des Quesilbers an diesem Ort, f die Dichte der nahe am Meere befindlichen Luft, q die Dichte derselben über x, g die beschleunigende Schwerkraft über der Erdoberfläche, und 2 endlich der Halbmesser der Erde.

Es wird also $gA =$ seyn, dem ganzen Druck der Luftsäule von der Oberfläche des Meeres bis an die Atmosphäre: setzt man nun $(2+x)^2 : r^n = g : \frac{g r^n}{(2+x)^n}$ welches die beschleunigende Schwerkraft über x ausdrückt,

c) Della Altezze barometriche e di alcuni insigni paradossi relativi alle medesime, Saggio analitico ...... del P. *Gregorio Fontana*, delle Scuole Pie Pubbl. Prof. di Mathematica nella Regio Universita di Pavia, Socio del' Accademia dell' Instituto di Bologna. Pavia 1771. 8. 160 S.

drückt, und multiplicirt dieses durch Z, so erhält man $\frac{gr^n z}{(r+X)^n}$ = dem Druck der obern Luft über x; hieraus erhält man $gA - \frac{gr^n z}{(2+x)^n}$ = dem Druck der Luftsäule der Höhe x. Nimmt man nun von dieser Säule dx weg, und multiplicirt es durch die Dichte q, und die beschleunigende Schwerkraft $\frac{gr^n}{(r+x)^n}$, so drückt das Produkt $\frac{gr^n q dx}{(r+X)^n}$ den Elementardruck dieser Säule aus. Man hat daher $\int \frac{gr^n q dx}{(r+x)^n} = gA - \frac{gr^n z}{(r+X)^n}$, und wenn man differentiirt, $qdx = -dz + \frac{nzdx}{r+X}$. Nimmt man nun die Dichten der Luft den von oben herab drückenden Gewichten und einem stets gleichen und beständigen Gewicht C proportional, so erhält man die Analogie $gA + C : \frac{gr^n z}{(r+x)^n} + C = f : q$, und $q = \frac{fC + \frac{fgr^n z}{(r+x)^n}}{gA + C}$

Also $dz - \frac{nzdx}{r+X} + \frac{fgr^n z dx}{(gA+C)(2+X)^n} = - \frac{fCdx}{gA+C}$.

Um diese Gleichung zu integriren, trenne man die veränderlichen Grössen, und setze z = einer Funktion von x (welche wir X nennen), die mit einer unbestimm-

Aus beyderley Versuchen nun, von der Ausdehnung durch die Wärme und von der Zusammenpressung leitet Hr. S. eine Formel für die Vergleichung zwischen Barometerstande und Höhe über den Horizont des Meers her. Sie ist folgende;

$$\frac{m\,dx}{u} = \pm C + \frac{1}{(\pi - 1)\,p^{\pi - 1}}$$

Setzt man hier die Wärme u beständig; so verwandelt sich die vorige Gleichung in diese:

$$\pm C + \frac{1}{(\pi - 1)\,p^{\pi - 1}} = mx \text{ oder}$$

$$p = \left(\frac{1}{(\pi - 1)\,Cmx + \frac{1}{\pi - 1}}\right)^{\frac{1}{\pi - 1}}$$

wo p die Höhe des Barometers und x die Höhe über dem Meere ist.

Die veränderlichen Grössen in der vorhergehenden Formel müssen also allezeit nach S. Versuchen bestimmt werden, und er giebt doch selbst solche in Kleinigkeiten nicht für ganz zuverlässig aus, ob er gleich aus solchen Versuchen für diese Formel Zahlen auf etliche Decimalstellen berechnet hat. Und nun wendet er seine Formel auf eine Beobachtung an, die er ungezweifelt für die richtigste unter allen erklärt. Sie ist aus Bouguer's Beschreibung von Peru. Auf einer Höhe von 2476 Ruthen oder 14856 Fuß fiel das Quecksilber 12 Zoll und 3 Linien, und am Ufer der Südsee stund es ungefähr auf 28 Zoll. Nach dieser Erfahrung ist also $p = 0,5630$. Setzt man nun in der allgemeinen Formel $x = 14856$ und $m = 0,00004$; so bekommt man $p = 0,5519$, welches etwas mehr als $3\frac{1}{2}$ Linien Unterschied in der Höhe des Barometers und ungefähr 400 Fuß in der Höhe des Berges macht.

Sul-

Sulzers Versuche können also wohl überhaupt zur Kenntniß der Luft nützlich seyn, aber zu der Absicht, welche die Aufschrift seiner Abhandlung verspricht, dienen sie gar nicht. Kommen wir denn in Luft, die fünf oder sechs mal so stark gedruckt wird, als die, in welcher wir leben? Und kann man wohl eine Formel, aus welcher man Etwas um mehr als seinen 40ten Theil anders herausbringt, als eine sehr richtige Beobachtung es angiebt, zu ihrer Bestätigung mit einer solchen richtigen Beobachtung vergleichen? —

Bouguer.

Die von den Mitgliedern der Pariser Akademie bey der Ausmessung des Grades unter dem Aequator angestellten Versuche über Höhenmessungen mit dem Barometer gehören unter die merkwürdigsten, die man hat. Von denselben giebt Bouguer in seinem Werke über die Figur der Erde [t]) folgende Regel: Man drücke die Queckſilberhöhen im Barometer in Linien aus, schlage in gewöhnlichen Tafeln dieser Zahlen Logarithmen auf und nehme derselben Differenz. Von diesem ziehe man seinen dreissigsten Theil ab und behalte von dem, was übrig bleibt, nur die Kennziffer und die vier nächsten höchsten Ziffern; das ist die relative Höhe der Oerter in Toisen.

Man sieht leicht, daß diese Regel sich sehr wenig von der längst vorher bekannten Halley'schen unterscheidet. B. nennt sie sehr einfach, von ihrem Grun-

t) S. La figure de la terre .... Par. 1749. 4. im vorangesetzten Voyage au Perou p. XXXIX: Und observations des hauteurs faites avec le baromètre au mois d'Aout 1751 sur une partie des Alpes par M. *Neadham* (Bern. 1760. 4.), wobey sich ein Brief befindet, den Bouguer kurz vor seinem Tode an Neadham schrieb.

Grunde sagt er nur; daß sie darauf ankomme, daß sich die Dichten der Luft in geometrischer Progression ändern, indem sich die Höhen in arithmetrischer ändern. Hr. Hofr. Kästner muthmaßt [u]), B. habe seine Regel also gefunden: Er hätte eine gewisse Verhältniß zwischen den Dichten des Wassers und der Luft am Meere angenommen, daraus die zwischen Luft und Quecksilber hergeleitet, und sich so eine Formel nach der Anleitung gemacht, die Halley verlängst gegeben hatte. Nun hätte er, um eine leichte Rechnung zu bekommen, das was in den veränderlichen Logarithmen muß multiplicirt werden, so einfach als möglich zu machen gesucht. Dabey würde er sich denn freylich kleine Aenderungen in den Zahlen, aus denen dieser Koefficient entsteht, verstattet haben, um ihn endlich auf $\frac{290000}{30}$ zu bringen, welches die Bequemlichkeit gab, daß man nur $\frac{1}{30}$ abziehen darf.

Uebrigens stimmt die Anwendung dieser Regel auf die Beobachtungen, die man auf zweyen Spitzen der Cordeliere, dem Pichincha und Choussat angestellt hat, mit der geometrischen Ausmessung bis auf eine Toise überein, und B. versichert, er könne sie noch durch mehr als 30 Beyspiele bestätigen. Allein, setzt er hinzu, es ist merkwürdig, daß diese Methode, selbst wenn man sie so allgemein als möglich macht, in den untern Theilen der Cordeliere nicht mehr zutrifft. Um dies Phänomen zu erklären, schrieb er daher [x]) den Theilen der Luft eine Federkraft von verschiedener Stärke zu. Zum Beweise seiner Hypothese führt er einige Ver-

u) Abhandl. von Höhenmess. mit dem Baromet. §. 102. u. f.

x) Sur les dilatations de l'air dans l'atmosphère par M. *Bouguer* in den Memoires de l'Acad. Roy. des sc. de Paris 1753 p. 515 u. f.

suche mit dem Pendel an, die ihm gezeigt haben, die Dichte der Luft in der Atmosphäre verhalte sich nicht immer wie die zusammendrückende Kraft. Der Verlust der Bewegung oder die Verminderung, welche die Ausschweifungen eines und eben desselben Pendels in einer gewissen Zeit erlitten, zeigten ihm den Grad der Dichte der Luft an.

Mehrere Untersuchungen über Bouguer's Regel findet man in Hrn. Hofr. Kästner's o. a. Schrift.

Needham.

Dieser glaubt in der vorhin von ihm angeführten Schrift, bey grossen Höhen über das Meer, auf welche allein Bouguer seine Regel wolle angewandt haben, seyen 63 Toisen, um so viel er die Höhen der Berge grösser fand, nicht beträchtlich. Er schlägt vor, man solle ein Barometer am Meere beobachten lassen, ein anderes mit auf die Reise nehmen und geringere Höhen, bis sich etwa das Quecksilber 38 oder 40 Linien senkt, d. i. Höhen von 6-700 Toisen nach Bouguer's Regel von unten hinauf rechnen, aber nicht vergessen, die genannten 63 Toisen abzuziehen.

Liest man die Kästnerischen Untersuchungen über B. Regel; so sieht man gar leicht, daß N. die Gründe von B. Regel nicht aufgesucht hat und so was an sie flicken will, das nicht an sie paßt.

Barometertafeln
von
Tobias Mayer.

Schon im Jahr 1751 theilte Tob. Mayer diese Tafeln über die Höhen der Luft für eine jede Höhe des Quecksilbers im Barometer Hollmannen mit. Den

Ge-

Gebrauch derselben beschreibt er selbst in einem Briefe an diesen kurz also: Wenn an zweyen verschiedenen von einander nicht allzuweit entfernten Oertern zu gleicher Zeit die Höhe des Quecksilbers ist beobachtet worden, so suche man die beyden Höhen in der ersten Colunme der Tafel und nehme gegen über in der andern die zugehörigen Zahlen und ziehe die kleinere von der grössern ab; alsdann zeigt der Unterschied an, um wie viele Pariser Toisen der eine Ort höher liegt als der andere. Z. B. auf dem Berge Canigou im mittäglichen Frankreich fanden die Französischen Astronomen die Höhe des Quecksilbers = 20 Zoll $0\frac{1}{3}$ Lin.; am Ufer des Meers aber 27 Zoll $1\frac{1}{3}$ Lin. Die zugehörigen Zahlen in der Tabelle sind 1507 und 60; der Unterschied 1444, um so viel Toisen ist der Berg Canigou über die Meersfläche erhoben. Die wirkliche geometrische Messung giebt für die Höhe des Berges 1441 Toisen, und also nur 6 Toisen weniger als die Tafel. Wenn für einen Ort die mittlere Höhe des Barometers aus vielfältigen Beobachtungen bekannt ist; so giebt die in der Tabelle dieser Höhe correspondirende Zahl die Erhöhung des Orts über die Meeresfläche, wiewohl nicht so genau, als wenn man auf vorige Art zugleich die Höhe des Quecksilbers am Meere selbst bekannt erhalten hat.

Einige Jahre nachher bediente sich Hollmann dieser Tafel bey Bestimmung der Höhen von Clausthal und Göttingen [y]).

Nachricht von diesen Mayer'schen Tafeln giebt, aber nur beyläufig, Hr. Hofr. Beckmann [z]). Er sagt hier, daß er zwey Tafeln zur Messung der Höhen mit

y) S. Comm. Soc. Scientiar. Gotting. Tom IV ad Ann. 1754 p. 93.

z) M. Erich Laxmanns sibirische Briefe herausgegeb. von Schlözer (Göttingen 1769. 8.) p. 34. Anmerk.

mit dem Barometer besitze, die von dem seel. Mayer entworfen seyen. Nach der Hand redet davon Hr. Hofr. Kästner [a]) nach einer Abschrift, die ihm des Verfertigers Sohn, der jetzige Hr. Hofr. Mayer in Erlangen mitgetheilt hatte, welcher die Tafeln von Hrn. Hofr. Beckmann bekam. Hollmann giebt nachher davon ausführlichere Nachricht [b]).

Die Art ihrer Verfertigung und die Gründe, worauf sie beruhen, sind noch unbekannt; aber aus verschiedenen damit angestellten Versuchen hat man gefunden, daß sie vor allen bisher kund gewordenen Berechnungen der Wahrheit noch immer am nächsten gekommen sind. Sie gehen durch alle einzelne Linien der Barometerhöhen, die innerhalb ihrer Grenzen fallen. Die erste von 28 Zoll 4 Linien und der Höhe 0 bis 15 Zoll 0 Linie, dazu die Höhe 2762 Toisen gehört. Die zweyte fängt von 29 Zoll 6 Linien an, der sie 77 Toisen, als Tiefe oder vermeinte Höhe giebt. Bey 28 Zoll ist ihre Höhe = 0; und ihr letztes Glied 14 Zoll 6 Linien mit 2859 Tois. Höhe.

Hr. Hofr. Kästner hat a. a. O. die Vorschrift, nach welcher die erste Tafel berechnet ist, auf folgende Art aufgesucht: In der Formel

$$x = c \cdot \frac{\text{log. nat. } (f : y)}{\text{log. nat. } (f : g)}$$

welche zur Findung der Höhe so sehr bequem ist, weil man bey ihr sogleich Briggische Logarithmen brauchen kann, ist der 1sten Tafel gemäß $f = 340$ Lin. $g = 20$ Zoll $= 240$ Lin. $c = 1513$ Toisen.

Also

a) S. Höhenmess. mit dem Barom. p. 320 u. f.

b) Nöthiger Unterricht von Barometern und Thermometern von Sam. Chr. Hollmann (Göttingen 1783 8.). p. 102 u. f.

Er hieng deswegen einige Barometer neben einander in einem Zimmer auf. Dazu fügte er noch drey sehr wohl übereinstimmende Quecksilberthermometer, die nach Reaumür getheilt waren, von denen er das eine an den obern Theil, das andere an die Mitte und das dritte an den untern Theil der Barometer hing.

Alle diese Instrumente hatten Gestelle von Tannenholz, ein Umstand, der deswegen bemerkt werden muß, weil die Skalen darauf befestigt waren und also ihre Ausdehnung oder ihr Zusammenziehen einen Einfluß auf die Hauptsache haben kann und Hr. de Lüc gefunden hat, daß diese Art von Holz sehr gerade Fasern hat und daher seine Länge weder durch die Wärme noch durch die Feuchtigkeit merklich geändert wird.

Als die Thermometer einerley Grad anzeigten; so bemerkte er denselben nebst der Höhe der Barometer. Hierauf ließ er das Zimmer so erwärmen, daß die Grade der Thermometer beständig mit einander übereinstimmten, und als die Wärme so stark war, als er sie nur machen konnte; beobachtete er das Barometer von neuem.

In einem andern Zimmer, dessen Wärme sich nicht merklich änderte, hatte er noch ein anderes Barometer aufgestellt, welches er zu Anfang und zu Ende seiner Versuche beobachtete. Hatte sich während dieser Zeit der Druck der Atmosphäre geändert; so brachte er dieses mit in seine Rechnung.

Nach einer zu verschiedenen malen angestellten Wiederholung dieser Versuche fand Hr. de Lüc immer einerley Resultat, und ward dadurch versichert, der Gang aller seiner Barometer sey ziemlich gleichförmig, und stehe mit den Thermometerveränderungen im Verhältnisse. War dieses erst ausgemacht, so nahm er

alle

alle seine Beobachtungen zusammen, und zog daraus die allgemeine Folge, daß bey einer Vermehrung der Wärme, welche geschickt sey, das Thermometer von dem Eispunkte bis an den Siedpunkt des Wassers zu erheben, die Barometerhöhe genau um sechs Linien zunehme. Dies brachte ihn auf eine Eintheilung des Thermometers, die für dies Gesetz sehr bequem ist.

Theilt man jede Linie des Barometers in vier Theile, so kann man noch leicht mit dem Gesichte Viertel solcher Theile, d. i. Sechszehntheile einer Linie unterscheiden: nun sind 6 Linien = $\frac{96}{16}$; wenn man also am Thermometer den Raum zwischen dem Eispunkte und Siedpunkte in 96 gleiche Theile theilt, so kömmt auf einen solchen Theil $\frac{1}{16}$ einer Linie in der Barometerhöhe. Zu diesem Gebrauche muß man nothwendig Quecksilberthermometer nehmen, damit ihre Veränderungen so genau als möglich den Veränderungen, die die Wärme in den Barometern verursacht, proportional bleiben.

Um desto besser zu prüfen, ob seine Eintheilung zu ihrer Absicht geschickt sey, machte er einen neuen Versuch bey natürlich verschiedenen Graden der Wärme. Seine Wohnung lag in einer abhängigen Strasse, und hatte einen tiefen Keller, dessen Temperatur zu gewissen Zeiten von der Wärme der äussern Luft sehr verschieden war. In diesem Keller stellte er im Sommer zwey Barometer auf, welche vollkommen mit einander übereinstimmten. Das Thermometer zeigte nach der vorhingedachten Eintheilung 14 Grade, d. i. es stand $\frac{14}{96}$ über dem Eispunkte. Er ließ jemanden zurück, um es zu beobachten, und begab sich mit einem dieser Barometer und einem Thermometer in ein etwas tiefer gelegenes Haus, in welchem er durch das Wasserwägen einen Punkt bestimmt hatte, der mit dem Boden seines Kellers in einer Horizontalebne lag.

Das Thermometer stand daselbst auf dem 22sten der oben erwähnten Grade, und das Barometer eine halbe Linie höher, als das im Keller, mit dem er es verglich.

Wie die Wärme zunahm, stieg das Thermometer einen Grad, und das Barometer $\frac{1}{16}$ einer Linie höher. Das Thermometer im Keller hatte seinen Stand nicht verändert, und stand also damals 9 Grade tiefer, als das in dem Hause; die Barometer aber waren um $\frac{9}{16}$ einer Linie unterschieden. Dieses bestätigte seine vorigen Erfahrungen vollkommen.

Hr. de Lüc hatte die bisher erzählten Versuche schon größtentheils angestellt, als er die Beobachtungen machte, die ihm zeigen sollten, wie stark der Druck der Atmosphäre in der Höhe abnehme. Sie hatten ihn schon gelehrt, daß sich keiner unter seinen Vorgängern solcher Werkzeuge bedient habe, die ihn vor beträchtlichen Fehlern hätten schützen können.

Da die Wirkungen der Wärme auf das Barometer so merklich sind, daß man sie nothwendig in Rechnung bringen muß, diese Berichtigung aber nicht anders, als durch das Thermometer geschehen kann, so muß bey der Beobachtung selbst keines von diesen Werkzeugen wärmer als das andere seyn. Dieses machte Hrn. de Lüc's Beobachtungen fehlerhaft. Die Kugel des Thermometers, welche nur sehr klein war, sollte die Wärme des Barometers anzeigen; allein die Wärme des Körpers vermischte sich mit der Sonnenwärme nicht gleichförmig genug, um in beyden Werkzeugen einerley Wirkung hervorzubringen, und Hr. de Lüc sah bald, daß es seinen Beobachtungen an Genauigkeit fehle. Er mußte daher, diesen Fehler zu vermindern, das Gestell mit den beyden Werkzeugen in Riemen aufhängen,

und es mit einem Schirme versehen, um es unterwegs sowohl als bey den Beobachtungen beständig im Schatten zu erhalten.

Doch fand Hr. de Lüc bey Berichtigung der Würkung der Wärme noch eine Schwierigkeit. Er hatte zwar gefunden, daß bey einer Vermehrung der Wärme um 96 Grade seiner Eintheilung das Barometer um 6 Linien steige: aber dabey hatte das Barometer auf 27 Zoll gestanden. Wenn er nun in höhere Orte kam, wo sich die Quecksilbersäule verkürzte, so sah er leicht ein, daß nun ein Grad am Thermometer nicht mehr mit $\frac{1}{16}$ einer Linie am Barometer übereinstimmen werde. Anfangs glaubte er, es sey dafür keine besondere Berichtigung nöthig, wenn die Wärme in den Ebnen und auf den Bergen gleich sey, man brauche also auch in andern Fällen nichts weiter, als eine einfache Regel de Tri, um die Berichtigung für die Barometerhöhe zu finden. Allein er irrte sich darin, wie folgender Beweis lehren wird.

Wenn von zweyen Barometern, das eine auf einem Berge auf 14 Zoll, das andere am Fusse desselben auf 28 Zoll stünde, und ihre Temperatur an beyden Orten $= -40$ Grad nach Hrn. de Lüc's Thermometer wäre, so würde, wie Hr. de Lüc zuerst glaubte, keine weitere Berichtigung nöthig seyn. Wir wollen nun annehmen, die Wärme verändere sich, und das Thermometer steige an beyden Orten auf $+40$ Grad. Nun würde nach seiner ersten Muthmassung immer noch eben so wenig als zuvor eine Berichtigung dürfen vorgenommen werden. Inzwischen würde sich doch vom ersten bis zum andern Falle die Quecksilbersäule von 28 Zollen um 5 Linien verlängert haben, weil das Barometer nach seiner Eintheilung um 80 Grad gestiegen wäre.

Die

Die Säule von 14 Zollen aber würde nur ohngefähr um 2½ Linie länger geworden seyn, so daß das Barometer auf dem Berge in der That gegen das in der Ebene gehalten um 2½ Lin. zu tief stehen würde. Diese Abweichung könnte man nicht durch eine blosse Regel de Tri finden: denn fürs erste scheint bey einerley Temperatur alles gleich, und fürs zweyte kennt man die äussersten Grenzen der Wärme nicht, und kann also nicht von einem Punkte ausgehen, auf welchem sie nicht weiter abnehmen kann.

Die Sache kommt also darauf hinaus: In einem gewissen Falle ist es wahr, daß man keine Berichtigung mit der Barometerhöhe vornehmen dürfe, wenn an beyden Beobachtungsorten die Temperatur gleich ist; z. B. wenn man stets bey einerley bestimmten und unveränderten Grade der Wärme an beyden Orten beobachtet, so bleibt das Quecksilber immer auf einerley Grade der Dichte, und seine Höhe im Barometer ist dem Drucke der Atmosphäre proportional. Dieser Fall aber ist äusserst selten, und wenn man allezeit ihn selbst nöthig hätte, so würde man sehr wenig Beobachtungen brauchen können. Man muß also ein Mittel suchen, alle Beobachtungen auf einen solchen Fall zu bringen. Man muß eine gewisse Temperatur zum beständigen Punkte annehmen. Ist dieser einmal bestimmt, und das Thermometer zeigt zur Zeit der Beobachtung einen andern an, so muß man allezeit die Barometerhöhe berichtigen, wenn auch selbst die Wärme an beyden Standorten gleich seyn sollte.

Das erste, was zu bestimmen war, war der Grad der Wärme, den sich Hr. de Lüc zur allgemeinen und beständigen Grenze wählen wollte, über und unter welcher allezeit eine Berichtigung nöthig wäre. Hierzu schien

schien die Wärme am bequemsten, die dem ersten Achttheile der Entfernung zwischen dem Eis- und Siedpunkte des Thermometers zukömmt, wenn es von dem Eispunkte auf die Skale getragen wird. Der dadurch auf der Skale bestimmte Punkt hat eine solche Lage, daß er bey keiner Beobachtung allzuweit von dem Stande des Thermometers entfernt ist, und sollte also in der Theilung ein Fehler seyn, so kann derselbe nur einen geringen Einfluß in die Rechnung haben.

Da die Skale des Thermometers zwischen den festen Punkten in 96 Theile getheilt wird, so kömmt ihr achter Theil auf den zwölften Grad. Hr. de Lüc setzt also die Null an diesen Punkt, und zählt über demselben positive, und unter ihm negative Grade. So steht auf einem solchen Thermometer bey dem Siedpunkte + 84, bey dem Eispunkte — 12. Er giebt zugleich die Tafel, welche eine solche Skale enthält, neben ihr findet man eine Fahrenheitische, und eine Skale eines Quecksilberthermometers von 80 Theilen, die man insgemein die Reaumürische nennt; dadurch wird man in den Stand gesetzt, jedesmal die Grade in Fahrenheitische oder Reaumürische zu verwandeln. Hr. Hofr. Kästner gab nachher zu dieser Verwandlung eine Formel an *).

Zwischen O und vom Eispunkte bis an den Siedpunkt sind 180 Fahrenheitische Grade, und 90 de Lüc'sche; Also 15 Fahr. = 8 de Lüc.

Hrn. de Lüc's O; ist 12 seiner Grade über dem Eispunkt, den Fahrenheit. mit 32 bezeichnete.

Also

*) S. Abhandl. von Höhenm. durch das Barom.; in seinen Anmerkungen über die Markscheidekunst, (Göttingen 1775) §. 304.

Also ist Hr. de Lüc O; bey $32 + \frac{15 \cdot 12}{8}$ oder 54,5 fahr. Grad.

Und ein Grad, der bey Hrn. de Lüc m heisst, ist $54,5 + \frac{m \cdot 15}{3}$ oder $54,5 + m \cdot 1,875$. fahrenh.

Wenn $m = -16$; so ist dieser Grad $54,5 - 30$ oder 24,5 Fahrenh.

Und, bey 27 Zoll Barometerstande, gehört Hrn. de L. Erfahrung gemäß $\frac{1}{16}$ einer Linie Aenderung im Barometerstande wegen der Wärme zu 1,875 Fahrenheitischen Graden Aenderung der Wärme.

Soll ein Grad, den Hr. de Lüc mit m benennt, beym Fahrenheit. M heissen, so ist

$M = 54,5 + m \cdot 1,875$ oder

$$m = \frac{1,875}{M - 54,5} = \frac{M}{1,875} - 29,0666\ldots$$

Man verwandelt so jeden Fahrenheitischen leicht in den de Lücschen; Weil log. (M: 1875) = log. M — O, 2730013.

Oder man hat auch

$$m = \frac{8M}{15} - 29,0666\ldots = \tfrac{1}{2} M + \tfrac{1}{30} M - 29,0666.$$

Ist ein Thermometer auf diese Art eingetheilt; so kömmt auf jeden Grad desselben $\frac{1}{16}$ einer Linie für den Einfluß der Wärme auf das Barometer, wenn dessen Quecksilbersäule 27 Zoll hoch ist.

Auch kann man nun für jede Barometerhöhe die Berichtigung durch eine blosse Regel de Tri finden, wie folgendes Beyspiel erläutern wird. Gesetzt es seyen zwey Barometer, deren eines auf einem Berge nur

auf

auf 13½ Zoll, das andere am Fusse des Bergs auf 27 Zoll stehe. Wenn an beyden der Thermometer auf 0 stehen, so hat man keine Berichtigung nöthig. Stünden sie aber beyde auf -16, so muß man zu der Barometerhöhe am Fusse des Berges $\frac{16}{16} = 1$ Linie addiren. Für die auf dem Gipfel des Bergs muß ich sagen: wie sich 27 Zoll zu $\frac{16}{16}$ einer Linie verhalten, so verhalten sich 13½ Zoll zu der Anzahl der Sechszehntheile, die man zu der Barometerhöhe von 13½ Zoll hinzusetzen muß. Die Rechnung giebt $\frac{1}{16}$.

Also darf man zu der Barometerhöhe auf dem Berge nur $\frac{8}{16}$ einer Linie hinzusetzen, obgleich der Grad der Wärme einerley mit demjenigen ist, für den man am Fusse des Bergs $\frac{16}{16}$ addiren muß. Sind die Grade der Thermometer positiv, so verwandelt sich die Addition in eine Subtraction. Jedoch ist diese Regel nicht in aller Schärfe richtig, wie Hr. Hofr. Kästner a. a. O. ebenfalls gezeigt hat. Allgemein läßt sie sich so ausdrücken. Wenn der unverbesserte Barometerstand = 13 Linien; der Thermometerstand = $\pm$ m de Lüc'ischen Grade ist, so wird der berichtigte Barometerstand =

$$13\left(1 \mp \frac{m}{5184}\right) \text{ Linien seyn.}$$

Hr. de Lüc bediente sich dieser Methode bey dem größten Theile seiner Beobachtungen, nach der Zeit aber fand er eine weit bequemere die auf eben diesen Gründen beruht, und die er bey der Beschreibung seines Barometers in seinem Werke von der Atmosphäre (§. 490. u. f.) beschreibt.

Der

Der Chevalier Schuckburgh f).

Auf einer Reise nach Italien in den Jahren 1775-1776, hielt sich Hr. Chevalier Schuckburgh einige Zeit in Genf auf. Da er sich hier in eben der Gegend befand, in welcher Hr. de Lüc die Beobachtungen angestellt hat, die seinen Regeln für die Höhenmessung mit dem Barometer zum Grunde dienen, und mit guten Werkzeugen versehen war, so faßte er den Vorsatz, die Versuche auf diesem Schauplaz selbst zu wiederholen. Seine 2 Barometer waren von Ramsden und keine 2schenklichte, sondern sie waren mit Behältern versehen; der Durchmesser der Röhre war — $\frac{1}{4}$ Zoll, der Behältnisse — $1\frac{1}{2}$ Zoll. Ueber dieses hatte er einige genaue Thermometer und ein Aequatorial Instrument von Ramsden, dessen getheilter Bogen von 7 Zoll Durchmesser war. Den ersten Versuch machte er auf dem Berge Saleve, mit eben dem Punkte, welcher der 15te oder höchste Standpunkt des Hrn. de Lüc gewesen war. Er maß zuerst geometrisch die würkliche Höhe desselben mit Hülfe einer Standlinie von 2760,8 Londner Fuß, und fand dieselbe von dem Niveau des einen Endpunkts seiner Standlinie angerechnet 2831,76 Schuh, welche Messung er bis auf 3 oder 4 Schuh für richtig hält. Die Barometer-Bemerkungen wurden mit der möglichsten Vorsicht angestellt, und in diesen glaubet Hr. Schuckburgh bis auf $\frac{8}{100}$ Zoll sicher zu seyn. Er ließ einen Beobachter mit dem einen Barometer an dem erwähnten Ende der Standlinie in einer Schäferhütte zurück, daß das Barometer sowohl als das dabey gebrauchte Thermometer im Schatten hieng (da hingegen de Lüc sein Thermometer jederzeit der Sonne aussetzt). Er beschreibt die Aussicht auf dem Berge, den er um Mittag bestieg, sehr reizend.

Die

f) S. Philos. Transact. Vol. LVII.

Die Barometer-Beobachtung selbst berechnet er nun nach de Lüc's Methode oder vielmehr nach Hrn. Horsley's Reductionen der de Lücschen Formeln auf Englisches Maß, (Philos. Transact. Vol. LXIIII. Nr. 30.) jedoch so, daß er bey Berichtigung wegen der Temperatur des Quecksilbers, statt der 0,00312 Zolle die Hr. de Lüc bey der Barometerhöhe 30 Zoll für jeden Grad der Fahrenheitischen Scale annimmt, aus einigen zu Oxford 1773 angestellten Versuchen 0,00323 Zoll setzt — eine Veränderung, die indessen in keinem seiner Resultate mehr als 5 Zoll Unterschied von den de Lücschen verursachen kann. Das Barometer auf dem Berge stand unter einem Zelt, und die wahre Höhe der Quecksilberfläche im Behältnisse des Barometers über dem Horizont des untern Standpuncts war 2831, 3 Schuh.

A. Vergleichung der zuerst gemachten Beobachtungen.

Beobachtungen auf der Station.

Barometerhöhe 25, 712 Zoll
Das am Barometer befestigte Therm. zeigte 78°
Das freie Thermometer 65°

Beobachtungen auf der Basis

Barometerhöhe	28, 3990 Zoll
Correction wegen Unterschied beyder Barometer	39
eigentl. B. Höhe	28, 3951
das am Barometer befestigte Thermometer	72°, 1
das freye Thermometer	73, 9

Berechnung

Unterschied der beyden befestigten Thermometer
78° — 72°, 1 = 5° 9

Barometerstand auf der Station	= 25,7120	
5°9 Unterschied gibt zur Berichtigung	— 162	
	25,6958	Log. 4098621

Barometerstand auf der Basis

Unterschied	28,3951	Log.	4532434	als der Höhe
	2,6993	und	433,813	

in Englischen Fathoms.

Thermom. im Freyen	73,9	
	65,0	
halbe Summe	69,4	mittl. Wärme der Luft
	39,7	Temperatur
	† 29,7	Unterschied

Höhe durch die Logarithmen	433,813.
für 29°7 Wärme berichtigt	† 28,728
berichtigte Höhe in Fathoms	462,541
	× 6.
Höhe in Englischen Fussen	2775,246
Höhe nach der Trigonometrie	2831, 3.
Unterschied $\frac{198}{10000}$ —	56, 1.

B. Vergleichung der 2ten Beobachtungen
Auf der Station.

	Barometerstand	Befestigt. Thermom.	Freyes Therm.
Berichtigung wegen des Unterschieds bey der befest. Therm.	25,7025	73°4	64,0
	— 50		
Barometer auf der Station	25,6975	Log. 4098908	
— auf der Basis	28,3901	Log. 4531669	
Fall des Queckfilb.	2,6926	U. d. L. 432,751	Approx. Höhe in Fath.

Be=

Berichtig. für 28° 8 Wärme	† 27,787
Berichtigte Höhe in Fathoms	460,538
	× 6
Höhe d. B. gef. Höhe in Fuß	2763,228
— nach der trigonom. Meß.	2331, 3
Unterschied $\frac{240}{10000}$ —	68, 1

Auf der Basis. Barometerstand		Befestigt. Thermom.	Freyer Thermom.
Correction für	28,3940	71,6	73°
den Unt. der B.	— 39		64° a. d. H.
	28,3901		68,5 mtl. W.
			39,7 f. Temp.
			† 28,8 Unterschied.

Das Barometer im Zelte zeigte 69° der Wind war S. W. das Wetter neblicht mit Donner.

C. Vergleichung der 3ten Beobachtung.

Beobachtung auf der Station.

		Bef. Thermom.	Freye Thermom.
Barometerst.	25,6900	69,7	62,0
Bericht. für den Untersch. d. 2 befestigten Therm.	† 38		
Bmrst. a. d. St.	25,6938	Log 4098283.	
— auf d. Bas.	28,3869	Log 4531593	
Fall des Qksilb.	26958	U. d. L. 433,310. H. in F.	
Correction für 27,°5 Wrm.	† 26,582		
Berichtigte Höhe in Fath.	459,892		
	× 6		
Höhe nach der B. Messung	2759,352		
— trigonometrische	3831,3		
Unterschied $\frac{254}{10000}$ —	71,9		

Beobachtung auf der Basis.

		Befestigt. Thermom.	Freyes Therm.
Barometerst.	28,3935	71°, 1	72,5
Berichtigung für den Unterschied beyder Barometer.	— 39		62,0 auf der Station
			76,2 mittl. W.
	28,3896		39,7
			+ 27,5 Untersch.

Diese gefundenen Resultate schienen dem Herrn Schuckburgh zu beweisen, daß die de Lücsche Regel für die Barometrische Höhenmeßkunst fehlerhaft sey, und dieses erweckte bey ihm den Verdacht: als ob das Verhältniß der specifischen Schwere des Quecksilbers zur Luft, nicht richtig, und die einem Zoll Quecksilber gleichwiegende Luftsäule wohl um $\frac{1}{43}$ oder um 23,1 Fuß auf jede 1000 Fuß zu klein angenommen wäre. Er findet diesen Unterschied aus der Summe aller Unterschiede durch die Anzahl Messungen dividirt. Denn in der 1ten war der Unterschied oder das Fehlende

auf 1000 Fuß	19,8
2. — — —	24,0
3. — — —	25,4
	69,2
3)	23,1

Dieses bewog den Hrn. Schuckburgh den Vorsatz zu fassen, und des Hrn. de Lüc's Regel, auf höhern Bergen noch fernerhin zu untersuchen.

In dieser Absicht bestieg derselbe die Mole, und Hr. Saussüre und Trembley leisteten ihm Gesellschaft. — Hier bestimmte er mit Hülfe einer Standlinie von 1250 Fuß 3,9 Zoll die Höhe des obern Barometers über dem untern, und fand diese Erhöhung 4211,3 Fuß.

Die

Die Beobachtungen wurden zwischen 11-12 Uhr in freyer Luft gemacht, bey heftigem Süd Winde doch angenehmen Wetter; das Barometer hing im Schatten.

D. Vergleichung der zuerst gemachten Beobachtungen.

Beobachtung auf der Station.

	Barometerst. Zoll	Befestigt. Thermom.	Freyes Therm.
	24,1437	57°,0	54,8°
Berichtigung durch Unterschied der 2 befestigten Thermom.	+ 88		
Baromet. auf d. H.	24,1525	Log. 3829621	
— in der Tiefe	28,1253	Log. 4490971	
Unterschied oder Fall des Qksilb.	3,9728	U. d. L. 661,350	Approx. Höhe in Fath.
Berichtig. für 18°6 Wärme		+ 27,431	
Berichtigte Höhe in Fathoms		688,781	
		× 6	
Durch das Barom. gef. Höhe in Fussen		4132,686	
Höhe nach der geometrischen Messung		4211,3	
Irrthum der Barometermessung		78,6 = $\frac{187}{10000}$	

Beobachtung in der Tiefe.

	Barometerst.	Befestigt. Thermom.	Freyes Therm.
	28,1295	60,4°	61°9
Berichtigung			54,8 Wr. ob.
für d. Untersch.	42		58,3 mtl. Wr.
der Baromet.	28,1253		39,7
			+ 18,6 Untersch.

E. Vergleichung der 2ten Beobachtungen.

Beobachtung auf der Höhe.

	Barometer	Befestigt. Therm.	Freyes Therm.
	24,1420	56°9	56,0
Berichtig. für den Untersch. der beyden befest. Therm.	† 91		
	24,1511	Log. 3829369	
	28,1258	Log. 4491049	
Unterschied oder Fall des Qksilb.	3,9747	U. d. L. 661,680	Approx. H. in F.
Berichtig. für	19°, 2 Wärme	† 28,330	
Bericht. Höhe in Fathoms		690,010	
		× 6	
Höhe in Fuß durch das Bar.		4140,06	
— nach der geometr. Messung		4211, 5	
Untersch. od. Irrth. für das B.		— 71, 2 = $\frac{169}{10000}$	

Beobachtung in der Tiefe.

	Barometer	Befestigt. Therm.	Freyes Thermom.
	28,1300 Z.	60,4	61,8
			56,0 W. a. d. H.
Bericht. für den Untersch. beyder Bar.	— 42		58,9 mittler W.
			39,7
	28,1258		19,2 Untersch.

F.

F. Vergleichung der z. 3ten gemachten Beobacht.

Beobachtung auf der Höhe.

	Barometer	Befestigt. Therm.	Freyes Therm.
	24,1670	56°	56,0 im Sch.
			57,0 an d. ☉
Berichtig. für den Untersch. der beyden befest. Thermom.	† 127		
	24,1797	Log. 3834509	
	28,1278	Log. 4491358	
Unterschied oder Fall des Qksilb.	3,9481	U. d. L. 656,849	Approx. Höhe.
Berichtigung für 19° 8 Wärme		† 29,0	
Berichtigte Höhe in Fathoms		685,849	
		× 6	
Höhe in Fuß durch das Bar.		4115,094	
— durch die geomet. Messung		4211,3	
Untersch. od. Fehler mit den B.		$-96,2 = \frac{228}{10000}$	

Beobachtungen in der Tiefe.

	Barometer	Befestigt. Therm.	Freyes Therm.
	28,1320	60,9	63,0°
Bericht. für beyde Bar.	— 42		56,0 Wärme auf der Höhe
	28,1278		59,5 mittl. W.
			39,7
			19,8 Unterschied.

G. Vergleichung der zum 4ten gemachten Beobachtungen.

Beobachtungen auf der Höhe.

	Barometer	Befestigt. Therm.	Freyes Therm.
	24,1780	57,2	56,0 im Sch.
			57,5 in d. ☉
Berichtig. für den Untersch. der 2 befestigten Therm.	+ 119		
	24,1899 Log. 3836341		
	28,1318 Log. 4491976		

Unterschied oder Fall des Qksilb. 3,9419 U. d. L. 655,635 { Approx. H. in F.

Berichtigung für 20,3° Wärme + 29,678

685,313

× 6

Höhe in Fuß durch das Bar. 4111,878

— durch die trigonom. Messung 4211,3

Untersch. od. Fehler durch das B. −99,4 = $\frac{235}{10000}$

Beobachtungen in der Tiefe.

	Barometer	Befest. Therm.	Freyes Thermom.
	28,1360	61,8	63,9
			56,0 Wärme auf der Höhe
			60,0 mittl. W.
Berichtig. für den Untersch. des Barom.	− 42		39,7
	28,1318		+ 20,3 Untersch.

H.

II. Vergleichung der zum 5ten, gemachten Beobachtungen.

Beobachtungen auf der Höhe.

	Barometer	Befestigt. Therm.	Freyes Therm.
	24,8840	59,6	57,0 im Sch.
			59,3 in d. ☉
Berichtig. für den Untersch. der 2 befestigten Therm.	† 73		
	24,1913 Log. 3836592		
	28,1308 Log. 4491820		

Unterschied oder Fall des Qksilb. 3,9395 U. d. L. 655,228 (Approx. H. in F.)
Berichtigung für 20,8 Wärme † 30,391
Berichtigte Höhe in Fathoms 685,619
×6
4113,714
4211,3
Untersch. od. Fehler durch das B. — 97,6 = 231/10000

Beobachtungen in der Tiefe.

	Barometer	Befest. Therm.	Freyes Therm.
	28,1350	62,4	64,0
			57,0 Wärme auf der Höhe
			60,3 mittl. W.
Berichtig. für den Untersch. beyder Bar.	— 42		39,7
	28,1308		† 20,8 Untersch.

I. Vergleichung der zum 6ten gemachten Beobachtungen.

Beobachtungen auf der Höhe.

	Barometer	Befestigt. Therm.	Freyes Therm.
	24,1900	61,0	57,0 im Sch.
Berichtig. für den Untersch. der 2 befestigt. Therm.	† 41		
	24,1941 Log. 3837095		
	28,1268 Log. 4491204		
Unterschied oder Fall des Qksilb.	3,9327 U. d. L. 654,109		Approx. H. in F.
Berichtig. für 20,6° Wärme		† 30,048	
Berichtigte Höhe in Fathoms		684,157	
		× 6	
Höhe in Fuß durchs Barom.		4104,942	
— nach d. trigonom. Messung		4211,3	
Untersch. od. Fehler für das Bar.		$-106,4 = \frac{252}{10000}$	

Beobachtungen in der Tiefe.

	Barometer	Befestigt. Therm.	Freyes Thermom.
	28,1310	62,6	63,6°
Berichtig. für			57,0 W. a. d. H.
die 2 Barom.	— 42		60,3 mittl. H.
	28,1268		39,7
			† 20,6 Untersch.

Ueber-

Uebersicht dieser zuletzt gemachten Erfahrungen.

Die Beobachtungen geben Irrthum	auf 1000 Fuß
1ten	18,7 Fuß
2ten	16,9 —
3ten	22,8 —
4ten	23,5 —
5ten	23,1 —
6ten	25,2 —
Mittler Irrthum	21,7 —

Dieser Fehler stimmet bis etwa auf 2 Fuß auf 1000 Fuß mit dem auf Saleve gefundenen Irrthum überein. Dieses rechtfertigte daher des Hrn. Sch. Urtheil und bewies, daß entweder die specifische Schwere des Quecksilbers und der Luft jetzt anders seyn müste als solche 1756-60 gewesen ist, da der Hr. de Luc seine Beobachtungen machte, oder aber einer von beyden müßte in den Beobachtungen selbst geirret haben.

Daß der Hr. de Lüc die französische Linie bloß in 16 Theile theilt, und daß des Hrn. de Lüc's Barometer heberförmig sey, und Hr. Sch. Barometer mit Behältern versehen sind, schien dem Hrn. Sch. nicht die Ursache des gefundenen Irrthums zu seyn. Hr. Saussüre machte selbst mit dem 2schenklichten Barometer folgende Beobachtungen

	Barometer.	Befest. Therm.	Freyes Therm.
	22 Zl. 8 L. 0 Sepl.	de Lüc.	Reaum. Scale
		† 1°	† 10°
Nach Engl. Maß und Fahrenheits Scale	24,1570	56	54,2
des Hrn. Saussure Barometerst. gewcht. H.	0,9117		

Be-

Der Chevalier Schuckburgh f).

Auf einer Reise nach Italien in den Jahren 1775-1776, hielt sich Hr. Chevalier Schuckburgh einige Zeit in Genf auf. Da er sich hier in eben der Gegend befand, in welcher Hr. de Lüc die Beobachtungen angestellt hat, die seinen Regeln für die Höhenmessung mit dem Barometer zum Grunde dienen, und mit guten Werkzeugen versehen war, so faßte er den Vorsatz, die Versuche auf diesem Schauplaz selbst zu wiederholen. Seine 2 Barometer waren von Ramsden und keine 2schenklichte, sondern sie waren mit Behältern versehen; der Durchmesser der Röhre war — $\frac{1}{4}$ Zoll, der Behältnisse — $1\frac{1}{2}$ Zoll. Ueber dieses hatte er einige genaue Thermometer und ein Aequatorial-Instrument von Ramsden, dessen getheilter Bogen von 7 Zoll Durchmesser war. Den ersten Versuch machte er auf dem Berge Saleve, mit eben dem Punkte, welcher der 15te oder höchste Standpunkt des Hrn. de Lüc gewesen war. Er maß zuerst geometrisch die würkliche Höhe desselben mit Hülfe einer Standlinie von 2760,8 Londner Fuß, und fand dieselbe von dem Niveau des einen Endpunkts seiner Standlinie angerechnet 2831,76 Schuh, welche Messung er bis auf 3 oder 4 Schuh für richtig hält. Die Barometer-Bemerkungen wurden mit der möglichsten Vorsicht angestellt, und in diesen glaubet Hr. Schuckburgh bis auf $\frac{8}{100}$ Zoll sicher zu seyn. Er ließ einen Beobachter mit dem einen Barometer an dem erwähnten Ende der Standlinie in einer Schäferhütte zurück, daß das Barometer sowohl als das dabey gebrauchte Thermometer im Schatten hieng (da hingegen de Lüc sein Thermometer jederzeit der Sonne aussezt). Er beschreibt die Aussicht auf dem Berge, den er um Mittag bestieg, sehr reizend.

Die

f) S. Philos. Transact. Vol. LVII.

Die Barometer-Beobachtung selbst berechnet er nun nach de Lüc's Methode oder vielmehr nach Hrn. Horsley's Reductionen der de Lücschen Formeln auf Englisches Maß, (Philos. Transact. Vol. LXIIII. Nr. 30.) jedoch so, daß er bey Berichtigung wegen der Temperatur des Quecksilbers, statt der 0,00312 Zolle die Hr. de Lüc bey der Barometerhöhe 30 Zoll für jeden Grad der Fahrenheitischen Scale annimmt, aus einigen zu Oxford 1773 angestellten Versuchen 0,00323 Zoll setzt — eine Veränderung, die indessen in keinem seiner Resultate mehr als 5 Zoll Unterschied von den de Lücschen verursachen kann. Das Barometer auf dem Berge stand unter einem Zelt, und die wahre Höhe der Quecksilberfläche im Behältnisse des Barometers über dem Horizont des untern Standpuncts war 2831,3 Schuh.

A. Vergleichung der zuerst gemachten Beobachtungen.

Beobachtungen auf der Station.
Barometerhöhe 25,712 Zoll.
Das am Barometer befestigte Therm. zeigte 78°
Das freie Thermometer 65°

Beobachtungen auf der Basis

Barometerhöhe	28,3990 Zoll
Correction wegen Unterschied beyder Barometer	39
eigentl. B. Höhe	28,3951
das am Barometer befestigte Thermometer	72°,1
das freye Thermometer	73,9

Berechnung

Unterschied der beyden befestigten Thermometer
78° — 72°,1 = 5°9

Barometerstand auf der Station = 25,7120
5°9 Unterschied gibt zur Berichtigung — 162

25,6958 Log. 4098621

Barometerstand auf der Basis

Unterschied 28,3951 Log. 4532434
2,6993 und 433,813 als der Höhe
in Englischen Fathoms.

Thermom. im Freyen 73,9
65,0

halbe Summe 69,4 mittl. Wärme der Luft
39,7 Temperatur

† 29,7 Unterschied

Höhe durch die Logarithmen	433,813.
für 29°7 Wärme berichtigt	† 28,728
berichtigte Höhe in Fathoms	462,541
	× 6.
Höhe in Englischen Fussen	2775,246
Höhe nach der Trigonometrie	2831, 3.
Unterschied $\frac{198}{10000}$ —	56, 1.

B. Vergleichung der 2ten Beobachtungen
Auf der Station.

	Barometerstand	Befestigt. Thermom.	Freyes Therm.
Berichtigung wegen des Unterschieds beyder befest. Therm.	25,7025	73°4	64,0
	— 50		
Barometer auf der Station	25,6975	Log. 4098908	
— auf der Basis	28,3901	Log. 4531669	
Fall des Queckfilb.	2,6926	U. d. L. 432,751	Approx. Höhe in Fath.

Be-

Berichtig. für 28° 8 Wärme † 27,787

Berichtigte Höhe in Fathoms 460,538
×. 6

Höhe d. B. gef. Höhe in Fuß 2763,228
— nach der trigonom. Meſſ. 2331, 3

Unterſchied $\frac{240}{10000}$ — 68, 1

Auf der Baſis.		Befeſtigt.	Freyer
Barometerſtand		Thermom.	Thermom.
Correction für	28,3940	71,6	73°
den Unt. der B.	— 39		64° a. d. H.
	28,3901		68,5 mtl. W.
			39,7 f. Temp.
			† 28,8 Unterſchied.

Das Barometer im Zelte zeigte 69° der Wind war S. W. das Wetter neblicht mit Donner.

C. Vergleichung der 3ten Beobachtung.
Beobachtung auf der Station.

		Bef. Thermom.	Freye Thermom.
Barometerſt.	25,6900	69,7	62,0
Bericht. für den Unterſch. d. 2 befeſtigten Therm.	† 38		

Bmrſt. a. d. St. 25,6938 Log 4098283.
— auf d. Baſ. 28,3869 Log 4531593

Fall des Qkſilb. 26958 U. d. L. 433,310. H. in F.
Correction für 27,°5 Wrm. † 26,582

Berichtigte Höhe in Fath. 459,892
× 6

Höhe nach der B. Meſſung 2759,352
— trigonometriſche 3831,3

Unterſchied $\frac{254}{10000}$ — 71,9

Beobachtung auf der Basis.

		Befestigt. Thermom.	Freyes Therm.
Barometerst.	28,3935		
Berichtigung für den Unterschied beyder Barometer.		71°, 1	72,5
			62,0 auf der Station
	— 39		76,2 mittl. W.
	28,3896		39,7
			† 27,5 Untersch.

Diese gefundenen Resultate schienen dem Herrn Schuckburgh zu beweisen, daß die de Lücsche Regel für die Barometrische Höhenmeßkunst fehlerhaft sey, und dieses erweckte bey ihm den Verdacht: als ob das Verhältniß der specifischen Schwere des Quecksilbers zur Luft, nicht richtig, und die einem Zoll Quecksilber gleichwiegende Luftsäule wohl um $\frac{1}{43}$ oder um 23,1 Fuß auf jede 1000 Fuß zu klein angenommen wäre. Er findet diesen Unterschied aus der Summe aller Unterschiede durch die Anzahl Messungen dividirt. Denn in der 1ten war der Unterschied oder das Fehlende

auf 1000 Fuß	19,8
2. — — —	24,0
3. — — —	25,4
	69,2
3)	23,1

Dieses bewog den Hrn. Schuckburgh den Vorsatz zu fassen, und des Hrn. de Lüc's Regel, auf höhern Bergen noch fernerhin zu untersuchen.

In dieser Absicht bestieg derselbe die Mole, und Hr. Saussüre und Trembley leisteten ihm Gesellschaft. — Hier bestimmte er mit Hülfe einer Standlinie von 1250 Fuß 3,9 Zoll die Höhe des obern Barometers über dem untern, und fand diese Erhöhung 4211,3 Fuß.

Die

Die Beobachtungen wurden zwischen 11 - 12 Uhr in freyer Luft gemacht, bey heftigem Süd Winde doch angenehmen Wetter; das Barometer hing im Schatten.

D. Vergleichung der zuerst gemachten Beobachtungen.

Beobachtung auf der Station.

	Barometerst. Zoll	Befestigt. Thermom.	Freyes Therm.
	24,1437	57°,0	54,8°
Berichtigung durch Unterschied der 2 befestigten Thermom.	+ 88		
Baromet. auf d. H.	24,1525	Log. 3829621	
— in der Tiefe	28,1253	Log. 4490971	
Unterschied oder Fall des Qksilb.	3,9728	U. d. L. 661,350	Approx. Höhe in Fath.
Berichtig. für 18°6 Wärme		+ 27,431	
Berichtigte Höhe in Fathoms		688,781	
		× 6	

Durch das Barom. gef. Höhe in Fussen 4132,686

Höhe nach der geometrischen Messung 4211,3

Irrthum der Barometermessung 78,6 = $\frac{187}{10000}$

Beobachtung in der Tiefe.

	Barometerst.	Befestigt. Thermom.	Freyes Therm.
	28,1295	60,4°	61°9
Berichtigung			54,8 Wr. ob.
für d. Untersch.	42		58,3 mtl. Wr.
der Baromet.	28,1253		39,7
			+ 18,6 Untersch.

E. Vergleichung der 2ten Beobachtungen.

Beobachtung auf der Höhe.

	Barometer	Befestigt. Therm.	Freyes Therm.
	24,1420	56°9	56,0
Berichtig. für den Untersch. der beyden befest. Therm.	† 91		
	24,1511	Log. 3829369	
	28,1258	Log. 4491049	
Unterschied oder Fall des Qksilb.	3,9747	U. d. L. 661,680	Approx. H. in F.
Berichtig. für	19°, 2 Wärme	† 28,330	
Bericht. Höhe in Fathoms		690,010	
		× 6	
Höhe in Fuß durch das Bar.		4140,06	
— nach der geometr. Messung		4211, 5	
Untersch. od. Irrth. für das B.		— 71, 2 = $\frac{169}{10000}$	

Beobachtung in der Tiefe.

	Barometer	Befestigt. Therm.	Freyes Thermom.
	28,1300 Z.	60,4	61,8
Bericht. für den Untersch. beyder Bar.	— 42		56,0 W. a. d. H.
	28,1258		58,9 mittler W.
			39,7
			19,2 Untersch.

F.

F. Vergleichung der z. 3ten gemachten Beobacht.

Beobachtung auf der Höhe.

	Barometer	Befestigt. Therm.	Freyes Therm.
	24,1670	56°	56,0 im Sch.
			57,0 an d. ☉
Berichtig. für den Untersch. der beyden befest. Thermom.	† 127		

24,1797 Log. 3834509
28,1278 Log. 4491358

Unterschied oder Fall des Qksilb. 3,9481 U. d. L. 656,849 Approx. Höhe.

Berichtigung für 19° 8 Wärme † 29,0

Berichtigte Höhe in Fathoms 685,849

× 6

Höhe in Fuß durch das Bar. 4115,094
— durch die geomet. Messung 4211,3

Untersch. od. Fehler mit den B. — 96,2 = $\frac{228}{10000}$

Beobachtungen in der Tiefe.

	Barometer	Befestigt. Therm.	Freyes Therm.
	28,1320	60,9	63,0°
Bericht. für beyde Bar.	— 42		56,0 Wärme auf der Höhe
	28,1278		59,5 mittl. W.
			39,7
			19,8 Unterschied.

G. Vergleichung der zum 4ten gemachten Beobachtungen.

Beobachtungen auf der Höhe.

	Barometer	Befestigt. Therm.	Freyes Therm.
	24,1780	57,2	56,0 im Sch. 57,5 in d. ☉
Berichtig. für den Untersch. der 2 befestigten Therm.	+ 119		
	24,1899	Log. 3836341	
	28,1318	Log. 4491976	

Unterschied oder Fall des Qksilb.	3,9419 U. d. L.	655,635	Approx. H. in F.
Berichtigung für	20,3° Wärme	+ 29,678	
		685,313	
		× 6	
Höhe in Fuß durch das Bar.		4111,878	
— durch die trigonom. Messung		4211,3	
Untersch. od. Fehler durch das B.		— 99,4 = $\frac{235}{10000}$	

Beobachtungen in der Tiefe.

	Barometer	Befest. Therm.	Freyes Thermom.
	28,1360	61,8	63,9
			56,0 Wärme auf der Höhe
Berichtig. für den Untersch. des Barom.	— 42		60,0 mittl. W.
			39,7
	28,1318		+ 20,3 Untersch.

H.

II. Vergleichung der zum 5ten. gemachten Beobachtungen.

Beobachtungen auf der Höhe.

	Barometer	Befestigt. Therm.	Freyes Therm.
	24,8840	59,6	57,0 im Sch.
			59,3 in d. ☉
Berichtig. für den Untersch. der 2 befestigten Therm.	† 73		

24,1913 Log. 3836592
28,1308 Log. 4491820

Unterschied oder Fall des Qksilb. 3,9395 U. d. L. 655,228 (Approx. H. in F.)
Berichtigung für 20,8 Wärme † 30,391

Berichtigte Höhe in Fathoms 685,619
× 6

4113,714
4211,3

Untersch. od. Fehler durch das B. − 97,6 = $\frac{231}{10000}$

Beobachtungen in der Tiefe.

	Barometer	Befest. Therm.	Freyes Therm.
	28,1350	62,4	64,0
			57,0 Wärme auf der Höhe
			60,3 mittl. W.
Berichtig. für den Untersch. beyder Bar.	− 42		39,7
	28,1308		† 20,8 Untersch.

I. Vergleichung der zum 6ten gemachten Beobachtungen.

Beobachtungen auf der Höhe.

	Barometer	Befestigt. Therm.	Freyes Therm.
	24,1900	61,0	57,0 im Sch.
Berichtig. für den Untersch. der 2 befestigt. Therm.	† 41		

	24,1941 Log. 3837095	
	28,1268 Log. 4491204	
Unterschied oder Fall des Qksilb.	3,9327 U. d. L. 654,109	Approx. H. in F.
Berichtig. für 20,6° Wärme	† 30,048	
Berichtigte Höhe in Fathoms	684,157	
	× 6	
Höhe in Fuß durchs Barom.	4104,942	
— nach d. trigonom. Messung	4211,3	
Untersch. od. Fehler für das Bar.	$-106,4 = \frac{252}{10000}$	

Beobachtungen in der Tiefe.

	Barometer	Befestigt. Therm.	Freyes Thermom.
	28,1310	62,6	63,6°
Berichtig. für die 2 Barom.	— 42		57,0 W. a. d. H.
	28,1268		60,3 mittl. H.
			39,7
			† 20,6 Untersch.

Ueber-

Uebersicht dieser zuletzt gemachten Erfahrungen.

Die Beobachtungen geben Irrthum	auf 1000 Fuß
1ten	18,7 Fuß
2ten	16,9 —
3ten	22,8 —
4ten	23,5 —
5ten	23,1 —
6ten	25,2 —
Mittler Irrthum	21,7 —

Dieser Fehler stimmet bis etwa auf 2 Fuß auf 1000 Fuß mit dem auf Saleve gefundenen Irrthum überein. Dieses rechtfertigte daher des Hrn. Sch. Urtheil und bewies, daß entweder die specifische Schwere des Quecksilbers und der Luft jetzt anders seyn müste als solche 1756-60 gewesen ist, da der Hr. de Luc seine Beobachtungen machte, oder aber einer von beyden müßte in den Beobachtungen selbst geirret haben.

Daß der Hr. de Lüc die französische Linie bloß in 16 Theile theilt, und daß des Hrn. de Lüc's Barometer heberförmig sey, und Hr. Sch. Barometer mit Behältern versehen sind, schien dem Hrn. Sch. nicht die Ursache des gefundenen Irrthums zu seyn. Hr. Saussüre machte selbst mit dem 2schenklichten Barometer folgende Beobachtungen

	Barometer.	Befest. Therm.	Freyes Therm.
	22 Zl. 8 L.	0 Sepl. de Lüc.	Reaum. Scale
		† 1°	† 10°
Nach Engl. Maß und Fahrenheits Scale	24,1570	56	54,2
des Hrn. Saussure Barometerst. gewcht. H.	0,9117		

Bu-

Berichtig. für den Untersch. beyd. befest. Th.	† 26		
Hr. Saussure Barometerstand berichtiget	24,1479		
Hr. Schuckb. Beobachtung 1ter Unschied	24,1437	57	54,8
	† 0042 ist unmerklich		

Herr Saussure machte eine 2te Vergleichung, als die letzte vom Hrn. Schuckb. gemacht wurde und fand

	Barometer	Befest. Therm.	Freyes Th.
	22 Zol. 8 L. 8 Scrpl.	nach Lüc's Scale	mit Reaum. Sc.
Dieses auf Engl. Maß		† 4°	† 11⅗°
und Scale	24,2014	61,7	57,9
Des Hrn. v. Saussure Barometer höher	−0,0117		
Berichtigung für den Untersch. beyder befestigten Thermom.	−0,0018		
des Hrn. Saussure berichtig. Barom. St.	44,1879		
Hr. Schuckb. Barometerst. b. d. 6. Beobacht.	24,1900	61,0	57
Unterschied	0,0021		

Nun ist $\frac{(+,004) + (-,002)}{2} = 0,002$ also von keiner Bedeutung.

Herr Schuckburgh hat hier einen Rechnungs-Fehler begangen, er vergleichet des Hrn. v. Saussure bereits berichtigten Barometerstand mit seinen unberichtigten, setzet deshalb in der 1sten Vergleichung 24,1437 anstatt 24,1525 und in der 2ten 24,19 anstatt 24,1941. Diesemnach müßte die Nichtübereinstimmung = 0,0004 Zoll seyn.

Zu

Zu der Zeit, da Hr. Saussure auf der Mole beobachtete, machte der Bruder des Hrn. de Lüc's zu Genf eine übereinstimmende Beobachtung, das gefundene Resultat zeiget folgendes:

Hr. Sauss. 4 Fuß unterh. dem Gipfel der Mole	22 Zl. 8 L. 0 Scpl.
Hr. Saussure Barometerstand gewöhnl. H. als	† 1½
des Hrn. des Lüc's befestigtes Thermometer .	† 1 — 0¾
Bericht. Barometerst.	22 Zl. 11 L. 10 Scpl. = 4354⅔ S.

Wärme der Luft.

Reaum. Scale. De Lüc Scale
† 10 — 15¾

Herr de Lüc 78 Fuß über der Fläche des Sees.
Barometerstand — 27 Zoll — L. — Scpl.
Temperatur des befest. Therm.
: : : : : † 6 = — 6
26 Zoll 11 L. 10 Scpl.

Wärme der Luft.

Reaum. De Luc
† 15 — 4 also — 15¾ auf der M.
— 4 zu Genf.
19¾

Also Log. 5178 = 7141620
Log. 4352⅔ = 6387587
754,033

Unterschied der Log.

$19\frac{2}{3}. - \frac{750433}{1000} =$ der Berichtig. für die W. — 14,854

Höhe

Ver. H. in Frz. Toisen	739,179
	×6
Höhe in Frz. Fussen	4433,074
Hr. de Lüc's Barom. Höh. als die Fl. d. Sees	†78,00
Hr. Saussures Barom. niedriger als der Gipfel der Mole	†4
Höhe des Gipfels der M. über der Fläche des Sees	4517 Fuß
diese betrug in Engl. F.	4815
Hr. Shuckb. fand diese Höhe nach der geometrischen Methode	4833
Untersch. od. Fehl. der Regel für Barom.	$-69 = \frac{14}{1000}$

Auch diese Erfahrung bestätigte, daß Hr. de Lüc die specifische Schwere der Luft zu klein angenommen haben müsse, um diese nun noch einmahl zu untersuchen bestieg Hr. Shuckb. den 18ten September bey kälterer Temperatur den Saleve. Die Beobachtungen die zu dieser Zeit gemacht wurden sind folgende:

Vergleichung der zuerst gemachten Beobachtungen.

Auf der Station.

Baromet.	25,6533	Befestigt. Th. 58°	Freyes 56°
Beobachtungen auf der Basis			
—	28,4040	58,1°	58,8°

Dieses gibt für die Bar. Höhe	2755,6
die wahre Erhöhung ist	2828,9
Irrthum des Barom. befund. H.	$73,3 = \frac{258}{10000}$

Ver-

Vergleichung der 2ten Beobachtung.

Auf der Station.

Barom. 25,655 Befest. Therm. 56,2° Freyes Th. 57°,

Auf der Basis.

— 28,4040 58,5° 60,8°

Dieses gibt für die Barom. Höhe 2754,9 Fuß

die wahre Erhöhung ist 2828,9.

Irrthum —74,0 = $\frac{262}{10000}$

Vergleichung der 3ten Beobachtung.

Auf der Station.

Barom. 25,6620 Befest. Therm. 56,2 Freyes 57,2

Auf der Basis.

— 28,4040 59,3 62,0°

Dieses gibt für die Barom. Höhe 2748,9 Fuß

die trigonometr. Höhe 2828,9 Fuß

Irrthum —80,0 = $\frac{282}{10000}$

Vergleichung der zum 4ten mahl gemachten Beobachtungen.

Auf der Station.

Barom. 25,6600 Befest. Th. 56,4 Freyes Th. 57,4

Auf d. Bas. 28,4040 59,3 62°,2

Dieses gibt für die Bar. H. 2752,8 Fuß

die wahre Höhe ist 2828,9 Fuß

Irrthum —76,1 = $\frac{269}{10000}$

Der mittlere Irrthum aus diesen 4 gleichzeitigen Beobachtungen ist also auf 1000 Fuß - 26,8 Fuß.

Tafel

Tafel der Resultate

Ort der Beobachtung.		Trigo-nometr. Höhe	Barom. Höhe
Mont Saleve	1	2831	2775,2
	2	—	2763,2
	3	—	2759,4
Mole	1	2411,3	4132,7
	2	—	4140,1
	3	—	4115,1
	4	—	[illegible]11,9
	5	—	4113,7
	6	—	4104,9
Mont Saleve	1	2828,9	2755,6
	2	—	2754,9
	3	—	2748,9
	4	—	2752,8
Mittel aus allen		23,6.	
Mole vermittelst der 2 Beob-achtungen von Hrn. Saussure		4211,3	—
Hr. Saussüre und Hr. de Lüc zu Genf zusammen		4883	48[illegible]4
Hr. de Lüc's Messun-gen,	Mole . .	4882,8	4860
	Dole . .	4292,7	4210
	Buet . .	8893,6	8770
	M. Blanc	14432,5	14093

Diese Tafel zeiget also überhaupt an, daß im Mittel nach Horsley's Rechnungs-Art berechnet auf jede 1000 nach

von allen barometrischen Versuchen.

Mittlere Wärme	Fehler in Fuß	Fehler auf 1000 Fuß	Fehler auf 1000 Fuß in Mittel
69,4	56,1	19,8	
68,5	68,1	24,0	23,1
67,2	71,9	25,4	
58,3	78,6	18,6	
58,9	71,2	16,9	
59,5	96,2	22,8	21,7
60,0	99,4	23,5	
60,5	97,6	23,1	
60,3	106,1	25,2	
57,5	73,3	25,9	
58,9	74,0	26,2	26,8
59,6	80,0	28,2	
59,8	76,1	26,9	
	Temperatur	61,4	
—	92	21,8	
—	69	14	16,2
—	22,8	4,7	
—	82,7	19,5	
—	124,7	13,9	
—	339,5	23,5	

nach den 13 Beobachtungen, des Herrn Shuckburgh Fuß bey der Temperatur 61,4° Fahrenheit. 23,6 Fuß

zu wenig herauskommen; auch die Höhen im 2ten Theil der Tafel bestätigen dieses, obgleich der Unterschied nicht so groß als beym vorigen ist.

Herr Shuckburgh betritt hierauf den Weg, den Boyle, Halley, Hawhsbee, Hales und in neuern Zeiten Cavendish gegangen, um das Verhältniß der Schwere der Luft zum Quecksilber zu bestimmen. Er nahm zu dieser Absicht eine Flasche die mit einer Schraube, Ventil mit auswärts beweglicher Klappe versehen war, diese machte er mit Hülfe einer Luftpumpe Luft-leer, und bestimmte das Gewicht dieser leeren Flasche. Als wiederum Luft in selbige gelassen wurde, wog man sie abermahl um durch den Unterschied der beyden gefundenen Gewichte die Schwere der Luft zu bestimmen, die den Raum der innern Kugel einnahm. Bey diesen Beobachtungen war der Barometerstand 29,27 Zoll, und die Wärme des Beobachtungs-Orts 53° Fahrenheit. Aus dem Mittel aller Versuche fand Hr. Shuckburgh folgendes:

	Gran
Das Gefäß wog Luftleer beym Barometerstand 29,15 Zoll	2657,4
Voll Luft wog es schwerer	† 16,13
Mit Wasser gefüllt dessen Wärme 51° Fahrenh.	16220,0
Nach Abzug der Schwere des Gefässes wog das Wasser	13562,00

Da die Flasche nicht vollkommen von Luft ausgeleeret war, so setzt Hr. Shuckb. anstatt des gefundenen Gewichts der Luft 16,13 Gran, = 16,22 Gran, und da auch die Wärme des Wassers 2 Grad kälter war, als die

die Wärme der Luft, so setzet er (from former Experiments) nach andern Erfahrungen, die aber nicht angegeben sind, auf $\frac{3}{10000}$ und folglich anstatt der eigentlich gefundenen Schwere des Wassers = 13562,60 nur 13558,5 Gran. Diesemnach verhielte sich Wasser : Luft = 13558,5 : 16,22 = 836 : 1.

(By former experiments) Nach frühern Versuchen, die aber Hr. Shuckburgh nicht für nöthig gefunden hat, anzugeben, will Hr. Shuckb. gefunden haben, daß sich die specifische Schwere des Quecksilbers seines Barometers zur specifischen Schwere des Regenwassers bey der Wärme von

68° Grad verhalte, wie —	13,606 : 1
Und 68° 55° = 15°, Berichtigung für 15° für die Ausdehnung des Quecksilbers	+, 018
Berichtigung für 15° für die Ausdehnung der Luft	—, 031
Wahre specifische Schwere des Quecksilbers bey 53° Fahrh. Wärme	13,594
Mit der specifischen Schwere der Luft multiplicirt	× 836
Gibt die verglichene Schwere des Quecksilbers und der Luft, wenn der Druck 29,27 u. Wärme 53° —	11364,6
Und zuletzt $\frac{1}{10}$ von 1 Zoll Quecksilber, wenn der Barometerstand 29,27 Zoll (nemlich von 29,22 Zoll bis 29,32 Zoll) mit der	

Temperatur 53° ist einer Luftsäule gleich	94,7 Fuß
Hiefür geben die Barometer Beobachtungen	93,83
Und Hr. de Lüc's Regel gibt .	91,66

William Roy.

Auch William Roy stellte viele Versuche und Beobachtungen in Großbritannien zur Prüfung der de Lüc'schen Regel für die Barometer Höhenmessungen an [a]).

Sie sind folgende:

I. Beobachtungen auf Höhen in und nahe bey London nach Engl. Masse und Fahrenheits Skale.

a) S. Philos. Transact. Vol. LXVII.

Geometrische Höhen der Stationen in Fuß	Zeit der Beobachtung
A. Auf der Pauls-Kirche Höhe 281 Fuß	1774 Dec. 1. N. W. Dec. 31. N. April 22. O.
B. Auf der Pauls-Kirche Höhe 324 Fuß	1774 Apr. 22. Dec. 1. Dec. 31.
C. Auf Scottland-Yard Kay Höhe 422 Fuß	1774 Dec. N. O.
D. In Great-Pulteney-Strasse Höhe 352 Fuß	1774 Nov. Dec. 9. N. O. Dec. 24. N. O. 1775 Jun. 13. S. W. 1776 May 10. May 30. S. W. Jun. 20. Jul. 16. Aug. 26. Aug. 27. Septb. 2.
E. Auf der Pagode in Kaw Garten Höhe 116,5 Fuß	1773 Dec. 20. Mittel aus 6 Beobacht.
F. Zu Woolwich bey dem Werfte 444 Fuß	1774 Apr. 27. W. Apr. 27. N. Apr. 28.

II. Beobachtungen

Geometrische Höhen der Stationen in Fuß	Zeit der Beobachtung
G. Station zu Weern auf dem Gipfel Werncraig, Höhe $700\frac{1}{4}$ Fuß	1774 Jul. 16.
H. Auf dem Gipfel von Bolfracks Crain $1076\frac{1}{2}$ Fuß hoch.	1774 Jul. 16.

Basis

Basis		Höhe		Mittlere
Barometer	Temperatur des Quecksilbers	Barometer	Temperatur des Quecksilbers	Temperatur der Luft
29,659	33,75	29,338	34 [illegible]	33¼
30,187	35½	29,804	34¾	33½
30,136	50¼	29,839	53	57
30,206	55¾	29,848	53¾	54½
29,717	37	29,344	35	35¾
30,230	35½	29,858	34¾	34½
30,844	33½	30,349	33¼	33¾
29,684	35½	29,287	34¾	35
29,647	27½	29,234	25¼	25½
30,758	35	30,343	33	32⅝
30,044	69	29,674	69	70
30,096	53	29,706	51¼	50¾
29,900	66	29,521	63	64½
30,268	71½	29,898	71½	71¼
29,625	67½	29,253	67½	66¾
30,132	59½	29,738	57¼	57¾
30,020	62¼	29,631	60	60
29,294	60	28,918	58½	59½
29,351	49¼	29,226	49¼	49¼
29,762	57¼	29,282	56½	55½
29,773	54	29,302	55¼	49¼
29,805	44½	29,336	48¾	42⅛

bey Taybridge.

Basis		Höhen		Temperat. der Luft
Barometer	Temperatur	Barometer	Temperatur	
29,996	69½	29,237	65¾	62¾
29,993	61¾	38,788	58½	58½

Geometrische Höhen der Stationen in Fuß	Zeit der Beobachtung
I. Eben auf dem Gipfel von Dullcvagg, Höhe 1244½ Fuß	1774 Jul. 10.
K. Eben auf dem Gipfel von Knakfarle 1362¼ Fuß hoch	1774 Jul. 18.
L. Eben die Station und die in Glenmore 1279¼ Fuß	1774 Jul. 12.
M. Eben die Station und im südl. Observ. Shichall 2098 F.	1774 Jul. 11.
N. Eben die Station und auf der westl. von Schihall 3281 Fuß hoch	Jul. 11. 12.
O. Station in Glenmorl und südlichen Observat. Höhen 818,76 Fuß	1774 Jul. 12.

III.

Geometrische Höhen der Stationen in Fuß	Zeit der Beobachtung
P. Auf der Fläche des Clyde und an der Station im Garten Höhe 362½ F.	1774 Aug. 20. Aug. 23. Septb. 5. Septb. 7. 7h Septb. 7. 9h
Q. Fläche des Clyde und Stonebyre Hügel 654.	Septb. 7. 8h
R. Carmichals Brunn und westl. Ende von Hügel, Höhe 451½	Jul. 30. Aug. 1.
S. Carmichals Brunn und Gipfel des Tinto 1645,5 Fuß	Jun. 30. Jul. 30. Aug. 2. Aug. 27. S. W. h 11. Aug. 27. h 1. Aug. 27. h 1.

Basis

Basis		Höhen		Mittlere
Barometer	Temperat.	Barometer	Temperat.	Temperat. der Luft
29,825	58¼	28,500	55	56
29,816	55¾	28,347	57	51¼
29,528	58	28,161	51¼	53¼
26,643	58¾	27,432	48	52½
29,595 29,610	59½ 50¾	26,194 26,223	46 44	50½ 46⅛
28,161	51¼	27,325	48¼	49¾

bey Lanark.

Basis		Höhe		Temperat. der Luft
Barometer	Temperat.	Barometer	Temperat.	
29,776 29,956 29,626 29,864 29,886	62½ 64¾ 52½ 50½ 50½	29,383 29,563 29,232 29,467 29,488	61¾ 65 50½ 51 51¼	62 63 51 44½ 44
29,872	48½	29,148	46½	45¼
29,162 29,621	56 58¾	28,690 29,135	54½ 60	54 55⅞
28,991 29,063 29,608 28,710 28,736 28,716	61¼ 51½ 54¼ 59¾ 60¾ 58½	27,284 27,335 27,846 27,008 27,032 27,010	55¼ 46¼ 47½ 53¼ 53 52¼	54½ 47½ 48 51½ 52¾ 51

Geo-

IIII. Beobachtungen

Geometrische Höhen der Stationen in Fuß	Zeit der Beobachtung
T. Leith Pier-head und Calton-hill 344 Fuß	1774 Aug. 12. Aug. 15. 6 Uhr
V. Leith-Pier-head und Gipfel v. Arthurs Seat. Höhe 803 F.	1774 Aug. 15. 5 h. S. W. u. Regen.
Y. Leith Pier-head und Kiek-Yettonneairn. Höhe 1544 Fuß	1774 Septb. 15. S. W. Wind
Z. Caltonhill und Kiekyettoncairn Höhe 1200 Fuß	1774 Septb. 15. S. W.
A. a. Ebene von Hawk-hill und 7 Fuß untern Gipfel von Arthurs-Seat. Höhe 702,4 Fuß	1774 Dec. 1. Dec. 10. 1775 Jan. 26.
B. b. Standlinie des Observat. zu Hawk-hill und Fuß des Smallroc auf Arthurs-Seat. Höhe 684 Fuß	1775 Nov. 10. Nov. 17. 1776 Jan. 31. Jul. 25.
C. c. Bey der Gartenthür zu Hawk-hill und eben darauf Arthurs-Seat. Höhe 730,8 Fuß	1775 Dec. 27. 11 h. Dec. 27. 8 h. 1776 Feb. 1. Aug 3.

V. Beobachtungen

Geometrische Höhen der Stationen	Zeit der Beobachtung Winde N.W.
D. d. Linhouse und Castcarn-hill 5 Fuß niedriger als der Gipfel 1176,6 Fuß	1775 Nov. 11. still u. hell.
E. e. An demselben Ort 18 Fuß unterm Gipfel 1165,6 Fuß	1776 Dec. 17.
F. f. Linhouse und Westwirn-hill 11 Fuß unterm Gipfel 1178,4 Fuß	1775 Dec. 1. Starker S. W. W. und Nebel oben auf dem Berge

Basis

bey Edinburg.

Basis		Höhe		Temperat. der Luft
Barometer	Temperat.	Barometer	Temperat.	
30,086	52½	29,704	49¾	50
29,568	55¼	29,197	53½	54¼
29,567	55¼	28,704	51¾	52¼
29,953	57½	28,291	52¼	51
29,561	63¼	28,272	54	52½
29,565	35¼	28,779	32	31¾
29,494	20½	28,687	20½	20½
29,490	26½	28,674	24¼	24½
29,959	38	29,177	34	35½
29,543	33¼	28,769	30¼	30⅝
30,009	15½	29,229	24	17
30,157	70½	29,427	66½	68½
29,807	30¾	28,985	29¾	29½
29,778	35¾	28,945	33	34¼
29,883	28¾	29,032	26½	25½
30,135	75½	29,348	72	73¾

bey Linhouse.

Basis		Höhe		Mittlere Temperat. der Luft
Barometer	Temperat.	Barometer	Temperat.	
29,216	32	27,912	30	30½
28,990	31½	27,688	24	26½
29,250	49	28,003	45	46½

Geo-

Geometrische Höhen der Stationen.	Zeit der Beobachtung Wind NW.
G. g. Linhouse und Corston-hill 4 F. unterm Gipfel. H. 386,5 F.	1775 Dec. 8. hell und windig
H. h. Corston-hill und Westrairn-hill 792 Fuß	1776 Dec. 16. starker N. W. und helles Wetter
I. i. Corston-hill und Eastcairn-hill 776,6 Fuß	1776 Dec. 17. West Wind
K. k. Linhouse und Corston-hill Höhe 388,5 Fuß	1776 Nov. 20. Schnee und W. W.

VI. Beobachtungen bey Carnarvon

Geometrische Höhen der Stationen	Zeit der Beobachtung
L. l. Carnarvon-Quay und Moel-Eillio. Höhe 2371 Fuß	1775 Aug. 5. Regen Aug. 8. h. 7. S. Wind u. Duft Aug. 8. h. 2. SüdWind
M. m. Carnarvon und Spitze des Snowdon 3555 Fuß.	1775 Aug. 7. 6h. Aug. 7. 9h. Aug. 7. 12h. Aug. 7. 2h. Aug. 14. 8h. Aug. 14. 9h. Aug. 14. 10h. Aug. 14. 11h. Aug. 14. 12h.

Basis

Basis		Höhe		Mittlere Temperatr. der Luft
Barometer	Temperat.	Barometer	Temperat.	
29,686	41	29,521	39	$39\frac{1}{2}$
28,580	$34\frac{3}{4}$	27,714	32	$32\frac{1}{8}$
28,574	32	27,710	25	$27\frac{1}{4}$
27,992	35	27,582	33	33

in North-Wales.

Basis		Höhe		Mittlere Temperatr. der Luft
Barometer	Temperat.	Barometer	Temperat.	
29,693	$62\frac{1}{2}$	27,214	54	$56\frac{3}{4}$
30,036	68	27,543	57	$62\frac{5}{8}$
30,027	$69\frac{1}{2}$	27,533	$58\frac{1}{4}$	$63\frac{1}{4}$
30,154	$56\frac{3}{4}$	26,462	$47\frac{1}{2}$	$50\frac{3}{4}$
30,165	60	26,468	$49\frac{1}{4}$	$53\frac{3}{4}$
30,140	$61\frac{1}{2}$	26,488	$60\frac{1}{2}$	$57\frac{7}{8}$
30,144	62	26,478	$53\frac{3}{4}$	$56\frac{1}{2}$
29,984	$56\frac{1}{2}$	26,271	$42\frac{3}{4}$	$49\frac{1}{8}$
29,978	$58\frac{1}{2}$	26,279	44	$50\frac{3}{4}$
29,972	60	26,280	$44\frac{1}{2}$	$52\frac{1}{4}$
29,974	$61\frac{1}{2}$	26,280	$44\frac{3}{4}$	53
29,976	$62\frac{1}{2}$	26,282	$46\frac{1}{2}$	54

Herr

Herr Rosenthal berechnete aus diesen Beobachtungen die Fundamental specifische Schwere der Luft, und fand, daß dieselbe nach Roy im Frühling und Sommer kleiner als im Herbst und Winter ist. Aus den de Lüc'schen, Schuckburgh'schen und Roy's schen Erfahrungen erhellte daher überhaupt, daß die Fundamental specifische Schwere der Luft keine beständige sondern eine veränderliche Grösse sey.

E. A. W. Zimmermann.

Auch Herr Hofr. Zimmermann in Braunschweig stellte viele Barometrische Beobachtungen mit Anwendungen von Hrn. de Lüc's Regeln an [b]). Den 21 May 1775 beobachtete er in Gesellschaft des Hrn. Hauptmanns Rauch auf dem Andreasthurme in Braunschweig, wo dieser vorher einige Höhen trigonometrisch gemessen hatte. Das Barometer war nach de Lüc's Angabe mit doppelten Schenkel genau nach Pariser Maasse getheilt, das Thermometer reaumürische Grade. Unten an der Kirchthüre stand das Barometer bey 28 Zoll 7 Linien; beym 3ten Absatze 28 Zoll $5\frac{2}{3}$ Linien. Das Thermometer $13\frac{1}{2}°$. Die verbesserte Höhe findet sich = 114,91 Br. Fuß; die trigonometrische Rechnung gab sie = 115 Fuß.

Den 3ten Jun. gab das Barometer am Dachfenster des Thurms Höhe bis ans Dach 256 Fuß 8 Duodec. Linien Br. die trigonometrische 257 Fuß.

Den 5ten Jun. wurden diese Beobachtungen mit einem sehr schönen theuern und fürtreflich getheilten englischen Barometer mit einer Kapsel und weiten Röhre wiederhohlt. Die gaben die Höhe am Dachfenster 214 Fuß 5 Zoll 2 Linien Br. Also um 42 F. 6 Z.

2

b) S. Gel. Beyträge zu den Braunschweigischen Anzeigen 1775. 45 und 46. St.

2 L. von der trigonometr. Angabe unterschieden. Man sah hieraus den Vorzug der Beobachtungen nach Hrn. de Lüc's Regeln.

Der Erfolg dieser Beobachtungen veranlaßte den Herzog von Braunschweig noch andere zu verordnen. In dieser Absicht stellte Herr Hofr. Zimmermann auf dem Brocken acht andere Beobachtungen an, und jeder eine zugehörige zu Ilsenburg. Sein Verfahren war das nämliche, wie zuvor beym Andreasthurm. Die Beobachtungen waren folgende e);

Erste Observation den 11ten Jul.

Unten in Ilsenburg stand das Barometer

$$27'' \; 8\tfrac{11}{12}''' = 332{,}92'''$$

Oben auf dem Brocken stand dasselbe auf

$$25 \; 0\tfrac{5}{12} = 300{,}42'''$$

L. 332,92 = 25223,3

L. 300,42 = 24777,2

446,1 Toisen

6

2676,6 Pariser Fuß.

Th. Reaum. 17° unten

$11\frac{1}{2}°$ oben

$28\frac{1}{2}°$

2)

$$16\tfrac{3}{4} - 14\tfrac{1}{4} = 2\tfrac{1}{2} = \tfrac{5}{2}\;\tfrac{2676{,}6}{} \times \tfrac{5}{2} = 31{,}12$$

2676,60

31,12

2645,48 Par. Fuß reine Höhe, giebt

3023′ 4″ 10‴ Braunschw. Maß.

Zweyte

e) Beobachtungen auf einer Harzreise nebst einem Versuche die Höhe des Brockens durch das Barometer zu bestimmen von E. A. W. Zimmermann Prof. der Naturl. und Math. am Collegio Carolino. Braunschw. 1775. 8.

Zweyte Observation den 12 Jul. um 9 Uhr:

Unten stand das Barometer $27'' \; 9\frac{1}{12}'''$.

$333{,}08'''$

Oben stand dasselbe $25'' \; 0\frac{9}{12}'''$

$300{,}75'''$

Log. 333,08 = 25225,4

Log. 300,75 = 24782,0

443,4 Tois. × 6 F. = 2660,4 Par. F.

Reaum. Therm. $12\frac{1}{2}$ oben

$17\frac{1}{2}$ unten

2) 30

$16\frac{3}{4} - 15 = 1\frac{3}{4} = \frac{7}{4}$

$\frac{2660{,}4 \times \frac{7}{4}}{215} = 21{,}65$

2660,4 Par. Fuß

21,65

2638,75 Par. Fuß reine Höhe, giebt

3015, 8″ 7‴ Braunschw. Maß.

Dritte Observation, den 12ten Jul. um 12 Uhr.

Unten stand das Barometer $27'' \; 9\frac{1}{12}'''$

$333{,}08'''$

Oben stand dasselbe $25'' \; 0\frac{6}{12}'''$

300,5

Log. 333,08‴ = 25225,4.

Log. 300,5‴ = 24778,4

Tois. 447,0 × 6 = 2682 P. F.

Reaum. Therm. 13° oben

$17\frac{1}{2}$ unten $\frac{2682 \times \frac{3}{2}}{215} = 18{,}758.$

2) $30\frac{1}{2}$

$16\frac{3}{4} - 15\frac{1}{4}^{\circ} - 1\frac{1}{2} = \frac{3}{2}$

2682,

2682,000
18,758
2663,242 Par. Fuß, giebt
3043′ 8″ 5½‴ Braunschw. Masse.

Vierte Observation, den 12ten Jul. um 3 Uhr.
Unten stand das Barometer 27″ $9\frac{0}{12}$‴
Oben stand dasselbe 25″ $0\frac{4}{12}$‴
Reaum. Therm. 12° oben
16¾° unten
Dieses giebt nach voriger Berechnung
3041′ 5″ 6‴ Braunschw. Maß.

Fünfte Observation, d. 12ten Jul. um 6 U. Abends.
Unten stand das Barometer 27″ $8\frac{8}{12}$‴
Oben stand dasselbe 25″ $0\frac{9}{12}$‴
Reaum. Therm. 12½° oben
16¾° unten.
Dieses giebt nach voriger Berechnung
2973′ 9″ Braunschw. Maß.

Sechste Observation, d. 13ten Jul. um 9 U. Morgens.
Unten stand das Barometer 27″ $8\frac{9}{12}$‴
Oben stand dasselbe 25″ $0\frac{3}{12}$‴
Reaum. Therm. 9½° oben
17¾° unten.
Dieses beträgt nach voriger Berechnung
3015′ 10″ 4‴ Braunsch. Maß.

Siebente Observation, d. 13ten Jul. um 7 Uhr.
Unten stand das Barometer 27″ $8\frac{7}{12}$‴
332, 58‴
Oben stand dasselbe 25″ $0\frac{6}{12}$‴
300, 50

Log. 332,58 = 25218,9
Log. 300,50 = 24778,4

Tois. 440,5 × 6 Fuß = 2643,00
27, 66

Par. Fuß 2615, 34

Therm. Reaum. $11\frac{3}{4}$ oben
$17\frac{1}{4}$ unten

2) 29 giebt nach Braunsch. Maß 2988′ 11″ 7‴.

$16\frac{3}{4} - 14\frac{1}{2} = 2\frac{1}{4} = \frac{9}{4}$

$\frac{2643, \times 9}{215 \times 4} = 27, \quad 66$

Achte Observation, d. 13. Jul. um 3 Uhr Nachmittags

Unten stand das Barometer	27″ $8\frac{7}{12}$‴
Oben stand dasselbe	25″ $0\frac{4}{12}$‴
Reaum. Therm.	12° oben
	17° unten

Dieses beträgt nach voriger Berechnung 3005′ 11″ 0‴. Braunschw. Maß.

1te Observation	3023′ 4″ 10‴
2te . . .	3015, 8, 7,
3te . . .	3043, 8, $5\frac{1}{2}$,
4te . . .	3041, 5, 6,
5te . . .	2973, 9, –
6te . . .	3015, 10, 4
7te . . .	2988, 11, 7
8te . . .	3005, 11, 0
8)	24108, 9, 3,

Mittlere Höhe 3013′ 7″ $1\frac{7}{8}$ des Brockens.

Rechnet man hiezu den Unterschied des höchsten Theils des Berges über den Ort der Observation, welcher ohngefähr 12 Fuß beträgt, nach Abzug der 3 Fuß, um welche das Barometer selbst über der Erde hieng, so gäbe dies ohngefehr 3022 Fuß. Den

Den 12ten Jul. nahmen sie auch eine Beobachtung für die Heinrichshöhe, einem Theile des sogenannten kleinen Brockens.

Oben stand das Barometer	25″ $3\frac{11}{12}$‴	
unten in Ilsenburg stand dasselbe	27″ $9\frac{0}{12}$‴	
Reaum. Thermometer	$16\frac{3}{4}$°	unten
	$15\frac{3}{4}$°	oben

macht nach obiger Berechnung 2713′ 10″ 9‴ Br. M.

In Clausthal den 22ten Jul. um $4\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags fuhren sie in die Grube Anna Eleonora, gingen dann durch die Strecken und Stollen nach der Englischen Treue; das Wetter war gut, und der 2te Barometer, welcher oben geblieben war, bewies, daß sich die Barometerhöhe sowohl während dieser als der folgenden Messung nicht verändert hatte.

Im Einfahrtshause stand das Barom. 27″ = 324‴

Der Reaum. Thermom. 16°

In der Grube stand das Barom. 27″ $7\frac{1}{2}$‴ = 331,5‴.

Der Reaum. Thermom. 10°

Log. 331,5 = 25204,8.
Log. 324,0 = 25105,4

Tois. — 99,4 × 6 = 596,4 Par. Fuß.

Therm. 16° 10°

$16\frac{3}{4} = 13 = 3\frac{3}{4} = \frac{15}{4}$

$$2)\frac{26}{13} \qquad \frac{596,4 \times 15}{215 \times 4} = 10,4$$

596, 4 — 10, 4 = 586 Par. Fuß. Der Pariser Fuß verhält sich aber zum Braunsch. wie 8 zu 7, also in Braunschw. Fuß $669\frac{1}{7}$. Die Tiefe ward zu 100 Lachter und $\frac{2}{8}$ angegeben; 100 Lachter aber sind $666\frac{2}{3}$ Fuß, hiezu die $\frac{2}{8}$ Lachter, die 1 Fuß 8 Zoll ausmachen; folglich ist die ganze Tiefe 668 Fuß 4 Zoll. Die Barometermessung giebt 669′ 8″ 6‴, also der Unterschied von der Markscheider Angabe nur 17 Zoll 6 Lin. zu hoch.

Noch andere Beobachtungen.

Clausthal den 22. Jul. um $4\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags.

Im Einfahrtshause stand das Barom. $27'' = 324'''$
Der Reaum. Thermom. 16.

Um $6\frac{1}{2}$ Uhr kamen sie in das Gesenk. Hier stand das Barometer $28''\ 4\frac{1}{4}''' = 340,25'''$.

Log. $340,25''' = 25317$
Log. $324 = 25105$

Toisen 212×6 Fuß $= 1272$ Par. F.

Reaum. Therm. $13°$
oben 16
$\overline{29}$
$2)\ \overline{}$

$16\frac{3}{4} - 14\frac{1}{2} = 2\frac{1}{4} = \frac{9}{4}$

$\frac{1272 \times 9}{215 \times 4} = 13,31$ 1272 Fuß
$\underline{13,31}$
reine Höhe 1258,69 Fuß

Im Braunschw. Mß $1438'\ 6''$

Der Herr Markscheider Rausch gab für die Tiefe an: 216 Lachter, machen in Braunschw. Maß 1440 Fuß. Es ist also der Unterschied zwischen den Markscheider- und Barometer-Messungen 1 Fuß 6 Zoll oder 18″. Eine nicht zu erwartende Genauigkeit durch eine einzige Observation.

Den 24sten befuhren sie die Grube in der Communion, das Haus Zelle genannt, bey

Zellerfeld, des Morgens zwischen 6 und 7 Uhr.

Im Einfahrtshause stand das Barometer
$26''\ 11''' = 323$ Therm. $20\frac{1}{2}$ Reaum.

Unten bey 80 Lachter Dohnlege (Hypothenuse)
$27''\ 4\frac{10}{12}''' = 328,84$ Therm. $10\frac{1}{2}$ Reaum.

Log.

Log. 328, 84 = 25169, 8
Log. 323, 00 = 25092, 0

77, 8 Toiſ. × 6 = 466, 8 F.

$20\frac{1}{2}°$ Therm. $16\frac{3}{4} - 15\frac{1}{2} = 1\frac{1}{4} = \frac{5}{4}$

$10\frac{1}{2}°$ = $\frac{466, 8 \times 5}{215 \times 4}$ =

31

2) $15\frac{1}{2}°$ 466, 80 — 2, 71 = 464, 09 Par. Fuß giebt in Braunſchw. Maaſſe 530,389 = 530′ 4″ 8‴ 80 Lachter gaben 533½ Fuß Braunſchw. Dohnlege, wie viel hier nun gefehlt war, ließ ſich freylich nicht genau beſtimmen, weil weiter nichts als die Hypotheſe nuſe bekannt iſt, und alles das Dohnlegen genannt wird, was einen Winkel von 50 bis 80° mit dem Horizont macht. Für einen Winkel von 80 Grad gäbe dies ohngefehr 525′ Seiger Teufe.

Ob ſich nun dies freylich nicht genau vergleichen läßt, da man nemlich nur die Dohnlege ohne das Fallen angab; ſo ſiehet man dennoch, daß der Fehler hier gleichfalls nicht beſonders groß war. Bey dieſer letzten war alſo das Barometer bey 500 und einige 20 Fuß $5\frac{88}{100}$′ = $5\frac{21}{25}$‴ geſtiegen. Dieſe Meſſungen trafen aber wirklich wider Erwarten gut ein, denn da die Luft unten in den Gruben mit ſo vielen Arten mineraliſcher Ausdünſtungen geſchwängert iſt, da ferner in tiefen Gruben die Luft ſelbſt wegen ihres Stockens weniger elaſtiſch bleibt, ſo kann man wahrſcheinlich nicht ein ſo gleichförmiges Ab- und Zunehmen der Schwere und des Drucks der Luft nach den verſchiedenen Höhen vermuthen. Indeſſen muß man auch geſtehen, daß dieſe neue Probe den Vorzug der Lüc'ſchen Methode, nur in dieſen kalten Gruben, welche alle drey dabey gute Wetter hatten, bewies, denn weiter hin werden Verſuche, die in den warmen Gruben des Rammels-

bergs angestellt wurden, zeigen, wie sehr bey einer grossen Hitze des Thermometers ohngeachtet, diese Richtigkeit wegzufallen scheint.

Den 25ten verliessen die Beobachter Clausthal, um nach Goslar zu reisen. Sie besuhren die Gruben den 26ten, und machten hier folgende Beobachtungen:

Im Rammelsberge den 26ten Jul. Morgens um 9 Uhr. — Bey der Einfahrt stand das Barom.
$27'' \, 8\frac{6}{12}''' = 332,5.$
Thermomet. $16\frac{1}{2}$ Reaumur.

Im Gesenke, welches zu 90 Lachter angegeben ward,
$28'' \, 2\frac{10}{12}''' = 338,83'''$
Thermometer $15\frac{1}{2}°$ Reaumur.

$$\text{Log. } 338,83 = 25299,8$$
$$\text{Log. } 332,50 = 25217,9$$
$$81,9 \times 6 = 491,4 \text{ Par. Fuß.}$$

$16\frac{1}{2}°$ Therm. $16\frac{3}{4} - 16 - \frac{3}{4}$

$$\frac{15\frac{1}{2}°}{32} \qquad \frac{491,4 \times 3}{215 \times 4} = 1,71$$
$$2)\,\overline{16}$$

$491,4 - 1,71 = 489,69$ Pariser Fuß in Brschw. Maasse $= 559,646 = 559' \, 7'' \, 9'''$. 90 Lachter aber machen 600 Fuß, dies ist ein sehr grosser Unterschied von mehr als 40 Fuß. Man sieht bereits, wie viel hier gefehlt ist; man bemerke aber zugleich die ansehnliche Wärme gegen die vorhergehenden Gruben des Oberharzes. Um aber eine Erfahrung zu machen, wie sich das Barometer bey einer grössern unterirrdischen Wärme verhielt, so fuhren sie von dieser ersten Grube wieder auf die Hälfte in die Höhe und giengen dann zu einer der heissesten des Rammelsberges, nemlich den Breitlingen.

Bey

Bey der Einfahrt stand der Barometer

$27'' \, 8\tfrac{6}{12}''' = 332{,}5$ Therm. von Reaum. $16\tfrac{1}{2}°$.

In Breitlingen, wo erst vor zween Tagen das Gebirge durch Holzstösse oder Scheiterhaufen losgebrannt war, stand das Barometer:

$27'' \, 11''' = 335$, Therm. $29°$ von Reaum.

Log. $335{,}0 = 25250{,}4$

Log. $332{,}5 = 25217{,}9$

Toisen $32{,}5 \times 6$ Fß. $= 195{,}0$ Par. F.

$16\tfrac{1}{2}°$ Therm. Reaum.

$29°$ $\qquad 22\tfrac{3}{4}° - 16\tfrac{3}{4}° = 6°$

$45\tfrac{1}{2}°$ $\qquad \dfrac{195 \times 6}{215} = 5{,}44$

2) $22\tfrac{3}{4}°$

195 Fuß $\times\ 5{,}44 = 200{,}44$ Par. Fuß

in Braunschw. $= 229' \, 0'' \, 11'''$

Die Tiefe des Breitlingen ward zu 38 Lachter oder $253\tfrac{1}{3}$ Fuß angegeben. Hier ist also nach Verhältniß noch ein grösserer Unterschied als vorhin; denn da dorten bey 600′ um 40 Fuß gefehlt wurde; so wurde hier bey weniger als die Hälfte von 600 Fuß, mehr als die Hälfte von 40 Fuß, nemlich 24 Fuß gefehlt. Es müssen also die besondern Dünste der Schwere der Luft schaden, daß sie hier nicht mit ihrem völligen Gewicht wirken kann. Man müßte freylich mehr dergleichen Observationen haben, um etwas gewisses bestimmen zu können.

Sie befuhren den Breitlingen zwey Tage nach dem Feuersetzen, so daß daher die Grube, wie man auch aus den oben angeführten Thermometerhöhen sehen kann, entsetzlich heiß war, besonders für sie, die einer solchen brennenden Atmosphäre nicht nur weniger gewohnt, sondern auch dabey ziemlich warm gekleidet

waren. Indessen hielten sie es doch, den Instrumenten zu gefallen, hier eine halbe Stunde aus.

Dies sind nun die Gruben-Messungen, die Hrn. Hofr. Zimmermann sein kurzer Aufenthalt auf dem Harze erlaubte, und wer sie mit einiger Billigkeit und hinreichender Kenntniß, — beydes wird allerdings hiezu erfordert, — beurtheilt, dem werden folgende Schlüsse so gut als ausgemacht seyn. Erstlich, daß wenigstens bey allen kalten Gruben, wo gute Wetter sind, das zweischenkeligte Barometer mit eben so grosser Genauigkeit die Tiefe der Gruben angiebt, als die trigonometrischen Arbeiten der Markscheider. Würfe man hingegen ein, daß diese Messungen um 18 Zoll gefehlt haben, so muß man bedenken, daß dieses nur 1) aus einer einzigen Observation gefolgert war; da man, wenn man, wie selbst de Lüc verlangt, wenigstens 3 bis 4 zu verschiedenen Jahrszeiten angestellt hätte, der Wahrheit noch näher gekommen seyn würde. 2) Daß diese geringe Verschiedenheit auch allerdings an dem Markscheider selbst liegen kann, denn wer kann nicht leicht bey 1500 Fuß einige Zoll fehlen. Es wäre aber diese Methode noch ausserdem bey Bergwerken statt des Nivellirens, besonders bey Führung eines Stollens zu gebrauchen, nur erforderte es einen Mann, der richtig sehen kann und will, und der dabey der Methode kundig ist, so daß also das Barometer dem Markscheider viele Mühe ersparte. Doch muß ich leider erinnern, daß es allerdings noch schwer halten würde, den Bergmann hiezu zu gewöhnen, der mit dem Landmann vorzüglich das gemein hat, alles was sein Vater nicht kannte, zu verachten. Daß hingegen bey den heissen Gruben diese barometrischen Messungen wohl nicht anzubringen wären erkennt man leicht, wenigstens sollte sich dies aus den beyden letztern Beobachtungen ergeben. Etwas könnte

in-

indessen auch hier das Barometer vertheidigen, nemlich da die Barometer nun schon, ehe diese letzten Messungen vorgenommen worden, seit geraumer auf den Gebirgen hinauf und herunter, und überhaupt schon sehr viel hin und her getragen waren, so wäre es gar nicht unmöglich, daß durch diese häufigen Erschütterungen die Barometer etwas Luft bekommen hatten, und also weniger richtig mässen. Daher folgte also, daß solcher Messungen in heissen Gruben noch mehrere müßten vorgenommen werden, ehe sich etwas gewisses hierüber entscheiden liesse.

N. Maskelyne und S. Horsley.

Diese beiden berühmten englischen Astronomen haben ebenfalls Untersuchungen über die Richtigkeit der de Lüc'schen Regel zu Höhenmessungen mit dem Barometer angestellt [a]). Da sie aber nichts neues sagen, sondern sich nur begnügen, die genannte Regel auf englisches Maaß zu reduciren; so glaube ich mich bey ihnen nicht aufhalten zu dürfen.

a) M. De Luc's Rule for measuring Heights by the Barometer, reduced to the English Measure of Length, and adapted to Fahrenheit's Thermometer and other scales of Heat, and reduced to a more convenient Expression by the Rev. N. *Maskelyne* F. R. S. Astronomer Royal in den Philosophical Transactions Vol. LXIV. Part. I. (Lond. 1774. 4) p. 158–170. und M. De Luc's Rules for the Measurement of Heights by the Barometer compared with theory reduced to English Measures of Length, and adapted to Fahrenheit's Scale of the Thermometer: with Tables and Precepts, for expediting the practical Application of them. By the Rev. *Samuel Horsley*. L. L. D. Sec. R. S. addressed to Sir *John Pringle*. S. Ebendas. p. 214–301.

Der Abbé Caluso.

In den Mem. de l'Acad. Roy. des Sc. de Turin [b]) giebt dieser eine neue Einrichtung des Barometers an, wodurch er Höhenmessungen genauer als durch die vorhergehenden verrichten zu können glaubt.

Er beschreibt es auf folgende Art: Soit un tuyau de cristal, ou de verre bien tiré, long de 64 pouces. Pour le diamètre on pourra s'en tenir à 2 lignes $\frac{1}{2}$ ou $2\frac{3}{4}$ pour l'intérieur, et pour l'exterieur environ à 4. On peut le former de deux morceaux et même de plusieurs joints ensemble; ce qui rend plus facile de se procurer l'uniformité du calibre, au moins pour les parties, où elle est néceſſaire.

A la distance d'environ 30 pouces et $\frac{3}{4}$ d'un des bouts (A) l'on pliera le tube à angle aigu, afin qu'au delà du genou B les bulles d'air montent vers C. A un pouce et demi de B on le recourbera de nouveau par un second genou C, de manière que l'on ait deux branches sensiblement parallèles, l'une AB d'environ $30\frac{3}{4}$ pouces et l'autre CD d'un pouce de plus éloignées à peu près d'un pouce et demi l'une de l'autre.

Avant de fermer un bout on n'oubliera pas de bien nettoyer tout le tuyau en dedans avec un piston de peau pour détacher l'air collé aux parois du verre et d'examiner le calibre des parties importantes. Après quoi on fermera le bout A de la branche la plus courte et on la remplira de mercure bien pur. Il sera bon pour cela de se pourvoir d'avance d'un longe et mince tuyau de verre (be) terminé par un entonnoir (a) tourné sur un corde à peu près à angle droit avec le

b) Années MDCCLXXXIV - LXXXV. P. I. (à Turin 1786) p. 109 - 130. Sur la mesure de la hauteur des montagnes par le Baromètre.

le tuyau de manière que tenant les branches du baromètre presque horizontales l'une sur l'autre, la plus courte au dessous, le bout A tant soit peu plus bas que B, l'on puisse avec cet entonnoir conduire le mercure jusqu'au genou C pour le verser par la partie, qui joint les deux branches dans la plus courte. Au lieu de cet entonnoir on pourroit se servir de la machine pneumatique.

Que l'on attache ce baromètre bien ajusté dans une rainure le long d'une planche de vieux sapin couverte de papier, sur lequel soient tracées des lignes, autant qu'il se peut, parallèles aux branches du baromètre et divisées en pouces et lignes par des traits qui passent par deux côtés du tube. Deux petits échelles mobiles dans deux coulisses à côté des endroits, où le mercure monte ordinairement dans les deux branches y marqueront la hauteur de la colonne d'équilibre. Un petit prisme séparé N haut de 9 lignes et divisé en 10 parties égales, ou haut de 19 lignes et divisé en 20 pourra servir de Nonius en le faisant glisser sur la planche à côté du tube jusqu' à ce que l'on ait trouvé la division, qui s'éloigue le moins de la hauteur du mercure, pendant que les plans triangulaires, qui terminent le prisme, tombent exactement sur quelque division du baromètre.

Un fil avec un plomb dans une rainure et une petite niche pratiquées entre les deux branches, indiquera quand les lignes divisées en pouces sont exactement verticales. Un thermomètre pourra être attaché à côté dans une rainure sur la même planche.

Le baromètre ainsi construit, pour le transporter on le remplira presqu' entierement de mercure, n'y laissant que peu de lignes de vide au bout de la bran-

che.

che ouverte afin que le mercure se trouvant plus haut dans cette branche soit pressé par le poids de cet excès contre le bout fermé. Un bouchon à vis avec une éponge entre le bouchon et le mercure ou un bouchon bien juste de liège, arrondi avec une lime douce pressé par un ressort proportionné contre le mercure dans le bout ouvert, en empêchera les oscillations en même tems, qu'il se prêtera suffisament à la dilatation pour que le tube ne risque rien. Une boite avec une anse dans sa partie supérieure donnera la facilité de le porter dans une situation toujours à peu près verticale. Quatre morceaux de bois aux angles de la boîte pourront y arrêter la planche du baromètre éloignée d'un demi pouce de chaque côté des parois de la boite, qui pourront être doublées de drap en de dans, et en dehors de toile cirée pour défendre autant qu'il est possible le baromètre des alterations de l'atmosphère.

Bedeuten nun E, e zwey Höhen an zwey Stationen, A, a die respektiven Barometerhöhen, B, b ihre Gewichte, C, c die cylindrischen Höhen des ganzen Quecksilbers, P, p ihre Gewichte, T, t die Grade des Thermometers in freyer Luft und endlich K, m zwey beständige Grössen, deren Bestimmung von der Wahl der Hypothesen, die man annehmen will, von der Graduation des Thermometers, dessen man sich bedient und der Art des Maasses, worin man die Differenz der beiden Stationen Erhöhungen verlangt, abhängen; so hat man sogleich die Proportion: C: A = P: B oder $B = \frac{AP}{C}$ und c: a = p: b oder $b = \frac{ap}{c}$ und folglich $\frac{B}{b} = \frac{APc}{Cap}$.

Nun

Nun beweißt Hr. Abt Caluso, daß allezeit $e - E = K (m + T - t) \log \frac{B}{b}$ ist. Wir haben daher durch die Substitution des so eben gefundenen Werthes von $\frac{B}{b}$ für $\frac{B}{b}$, $e - E = K (m + T + t) \log \frac{APc}{Cap}$.

Diese Formel ist allgemein. Will man Herrn de Lüc's Hypothese für die richtigste annehmen und bedient man sich des Reaumürschen Thermometers; so hat man, um die Erhöhung in Pariser Toisen anzugeben, $K = \frac{10000}{430} = 23{,}2558$; $m = 396\frac{1}{2}$ zu setzen. So findet sich $e - E = \frac{1000}{43} (396\frac{1}{2} + T + t) \log \frac{AP.c}{Cap}$.

Gesetzt man habe zu Turin die Höhe des Barometers = 27 Zoll $7\frac{3}{4}$ Linien beobachtet d. h. 331,75 Linien = A, die cylindrische Höhe des ganzen Quecksilbers = 371, 2 = C. Ferner sey P = 86725 T = 18°, 92. Die Höhe des Barometers zu Montbaron = 21 Zoll 5 Linien = 257 Linien = a. c = 372,31, p = 8711, t = 12°, 9; so hat man folgende Rechnung zu verrichten:

Log.

$$\begin{aligned}
\text{Log.}\ (A = 331{,}75) &= 2{,}5208109 \\
\text{Log.}\ (P = 8672{,}5) &= 3{,}9381443 \\
\text{Log.}\ (c = 372{,}31) &= 2{,}5709047 \\
\text{Log.}\ (C = 371{,}2) &= 3{,}4303920 \\
\text{Log.}\ (a = 257) &= 3{,}5900669 \\
\text{Log.}\ (p = 8711) &= 4{,}0599320 \\
\hline
\text{Log.}\ \frac{APc}{Cap} &= 0{,}1102508
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
m &= 396{,}5 \\
T &= 18{,}92 \\
t &= 12{,}9 \\
\hline
m + T + t &= 428{,}32
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Log.}\ \tfrac{1000}{43} &= 1{,}3665315 \\
\text{Log.}\ 428{,}32 &= 2{,}6317683 \\
\text{Log.}\ 0{,}1102508 &= 1{,}0423817 \\
\hline
\text{Log.}\ (e - E) &= 3{,}0406815
\end{aligned}$$

oder $e - E = 1098{,}2$ d. h. Montbaron liegt 1098 Toisen $1\frac{1}{5}$ Fuß höher als Turin.

Bedeuten T′, t′ die Grade des Thermometers neben dem Barometer und n eine gewisse beständige Grösse; so giebt C. folgende allgemeine Formel an: $e - E = K$ $(m + T + t) \log \frac{(n - T') A}{(n - t') a}$. Setzt man hier $K = \frac{1000}{43}$, $m = 396\frac{1}{2}$, $n = 4330$; so erhält man genau die nämlichen Resultate, als wenn man den Calcul nach de Lüc's Regel im vollkommener Schärfe verrichtet.

Setzt man $K = \frac{1000000}{38985} = 25{,}6509$, $m = 366{,}474$, $n = 4396{,}187$; so erhält man die nämli-

chen

chen Resultate, als durch die Regeln Schuckburghs. Um de Lüc's und Schuckburghs Regeln also mit einander zu vergleichen, hat man daher nur die beiden Formeln $e - E = \frac{1000}{43} (396\frac{1}{2} + T + t) \log \frac{(4330 - T') A}{(4330 - t') a}$, $e - E = \frac{1000}{43} (366\frac{1}{2} + T + t) \log \frac{(4396 - T') A}{(4396 - t') a}$ mit einander zu vergleichen.

Johann Tobias Mayer.

Bisher hatte man sich bey den Vorschriften, Höhen vermittelst des Barometers zu messen, begnügt, die Wärme durch die ganze Luftsäule, in der man beobachtete, überall gleich groß anzunehmen, und folglich die von unten nach oben abnehmende Dichte der Luft, blos dem Drucke proportional zu setzen, welchen sie an jeder Stelle von der darüber stehenden Luft leidet. Indessen kann man doch fragen, wenn man für das Gesetz der von unten nach oben abnehmenden Wärme muthmaßlich eine gewisse Hypothese annähme, in wie fern man dadurch für das Höhenmessen mit dem Barometer Formeln bekäme, welche von den gewöhnlichen unterschieden wären, und ob diese alsdann vielleicht Verbesserungen gäben, von denen es sich der Mühe belohnte, in der Ausübung Gebrauch zu machen.

Dergleichen Hypothesen lassen sich mehrere erdenken, welche gewiß der Wahrheit näher kommen, als die Wärme durchaus constant anzunehmen. Verschiedenes hieher gehöriges hatte Hr. Hofr. Mayer bereits in seinem Programm: De refractionibus astronomicis. (Altorf. 1781.) beygebracht, auch daselbst die Gestalt einer

einer Formel für das Höhenmessen angegeben, wenn man sich für das Gesetz der Wärme einer gewissen Hypothese bedienen will. — Er fand aber daselbst zu seiner Absicht nicht nöthig, die gefundene Formel weiter zu entwickeln, und näher zum Gebrauche einzurichten. Indessen hatte die Königliche Societät der Wissenschaften zu Göttingen für das Jahr 1785 eine den bisherigen Gegenstand betreffende Preisfrage bekannt gemacht und der Preis ward Hrn. Prof. Hennert in Utrecht zuerkannt. Dies machte Herrn M. wieder auf den in seiner vorigen Schrift behandelten Gegenstand aufmerksamer und bewog ihn, etwas umständlichere Untersuchungen darüber anzustellen und die Resultate davon in einer besondern Schrift*) den Liebhabern vom Höhenmessen vorzulegen.

Es kommen überhaupt bey der Behandlung dieses Gegenstandes folgende Dinge zu erwägen vor. I. Was ist Wärme überhaupt, und wie wird sie gemessen. II. Nach welchem Gesetze verändert sie die Dichte der Luft. III. Wie nimmt die Wärme in der Atmosphäre von unten nach oben zu ab. IV. Was hat sie für Einfluß auf das Quecksilber in Barometern, oder wie viel beträgt für jede vorgegebene Wärme die Verlängerung der Quecksilbersäule in einem Barometer.

Hr. M. untersuchte diese Fragen genauer und zeigte ihre Anwendung auf den vorgesetzten Gegenstand. Ist δ überhaupt die Dichte der Luft, v ihre Wärme, ε ihre Spannkraft und bedeuten D, v, ε, ähnliche und zusammengehörige Dinge, z, Z Funktionen der Wärme; so hat man nach dem gefundenen Satze, daß die Ela-

*) Physikalisch mathematische Abhandlung über das Ausmessen der Wärme in Rücksicht und mit Anwendung auf das Höhenmessen vermittelst des Barometers von Joh. Tob. Mayer. Frankf. und Leipz. 1786. 8.

Elasticitäten der Luft sich überhaupt verhalten, wie das Produkt aus der Dichte der Luft in eine Funktion der Wärme:

$$\epsilon : E = \delta . z : DZ$$

und $$\epsilon = E \frac{\delta . z}{DZ}$$

Nennen wir den Quotienten $\frac{E}{DZ}$ Kürze halber n; so ist $\epsilon = n \delta z$. Um nun in Luft von einerley Dichte blos den Einfluß der Wärme auf die Elasticität der Luft zu beurtheilen, differenziire man diesen Ausdruck so, daß man δ als unveränderlich und blos die Funktion z als veränderlich ansieht; so hat man $d\epsilon = n \delta . dz$ d. h. in Luft von der Dichte δ wächst die Elasticität um $n \delta dz$, wenn sich die Funktion der Wärme um dz verändert.

Nun verhält sich aber der Zuwachs in der Schnelligkeit der Luft, wie der Zuwachs der Wärme, also $d\epsilon$ wie dv oder es ist auch $d\epsilon = m dv$, wo m einen unveränderlichen Koefficienten vorstellt, so lange als man die Dichte der Luft nur ungeändert läßt. Daß sich aber gleichwohl m nach der jedesmaligen Dichte der Luft, in der man den Einfluß der Wärme auf die Elasticität beurtheilen will, richten könnte, wird wohl daraus erhellen, daß nämlich $d\epsilon = 0$ werden muß, sobald als man den Einfluß der Wärme auf eine Luft, die gar keine Dichte hätte, angeben wollte. Denn in einer Luft, deren Dichte $= 0$ wäre, läßt sich keine Vermehrung der Elasticität, kein $d\epsilon$ gedenken, die Veränderung der Wärme oder dv mag seyn, was sie will.

Dies zeigt sich nun auch, wenn man die Formel $d\epsilon = m dv$ mit der $d\epsilon = n \delta . dz$ vergleicht, da denn wohl $m = n \delta$ seyn müßte, weil dz blos von der Wär-

Wärme abhängt. Zugleich würde dann auch $dz = dv$ oder (wenn man statt z und v eigentlich ihr Verhältniß gegen die zu Einheiten angenommene Grössen Z und V setzt) $\frac{dz}{Z} = \frac{dv}{V}$ mithin durch Integration $\frac{z}{Z} = \frac{v}{V} + Const.$ Diese Const. zu bestimmen erwäge man, daß wenn sich v in V verwandelt $z = Z$ werden müsse. Dies giebt demnach $\frac{Z}{Z} = \frac{V}{V} + Const.$ oder

$1 = 1 + Const.$

mithin $Const. = 0$; und folglich

$$\frac{z}{Z} = \frac{v}{V}.$$

Man weis also nun, was z für eine Funktion von v ist. Es ist nämlich z selbst $= v$ so wie $Z = V$.

Man hat folglich in einer jeden Luft deren Dichte $= \delta$ und Wärme $= v$ die Elasticität $\varepsilon = E. \frac{\delta}{D}. \frac{v}{V}.$

Wären also die Dichten einerley, oder $\delta = D$; so verhielten sich die Elasticitäten wie die Wärmen selbst $\varepsilon : E = v : V$.

Nun sey C der Mittelpunkt der Erde, CM eine Vertikallinie durch O, einem Orte auf der Oberfläche der Erde, M und m ein paar unendlich nahe neben einander liegende Punkte in der Vertikallinie CM; die Höhe $OM = h$, ausgedruckt in Theilen des Halbmessers der Erde CO, der $= 1$ sey; so ist

$$Mm = dh = \text{dem Differenziale von } OM.$$

Ferner sey	bey O	bey M	bey m
der Dichte der Luft	$= 1$	δ	$\delta - d\delta$
die Barometerhöhe	$= 1$	ε	$\varepsilon - d\varepsilon$
die Wärme	$= 1$	v	$v - dv$

So

So hat man $\varepsilon = \delta . v$, wo man also die Grössen ε, δ, v nicht absolut, sondern relativ, in Vergleichung der bey O angenommenen Einheiten verstehn muß.

Hiesse nämlich die absolute Dichte der Luft bey $O = \delta'$, bey $M = D$; die absolute Wärme bey $O = V$, bey $M = u$; die absolute Barometerhöhe bey $O = E$, bey $E = \varepsilon'$; so wäre eigentlich

$$\frac{\varepsilon'}{E} = \frac{\delta'}{D} \cdot \frac{u}{V}.$$

Die Dichte der Luft bey O wird von der dasigen absoluten Barometerhöhe E und Temperatur der Wärme V, die t Graden des Reaumürschen Thermometers zugehören mag, dergestalt abhängen, daß sie sich zur Dichte des Quecksilbers verhalten wird, wie

$$\frac{m \cdot E}{28.(1 + At)} : 1.$$

Nun verhält sich aber die Luftdichte bey M zu der bey $O = \delta : 1$. Folglich wird sich bey M die Dichte der Luft zu der des Quecksilbers verhalten müssen =

$$\frac{m . E . \delta}{28 (1 + At)} : 1.$$

Die Dichte der Luft in dem Räumchen $Mm = dh$ kann man als gleichförmig ansehen. Da nun bey M die Barometerhöhe $= \varepsilon'$, und folglich bey $m = \varepsilon - d\varepsilon$ ist, d. h. um den Werth $d\varepsilon'$ abnimmt, wenn man sich um die Höhe $Mm = dh$ erhebt, und nun ferner die Luftsäule $Mm = dh$ der erwähnten Abnahme der Barometerhöhe das Gleichgewicht halten muß, diese Höhen dh, und $d\varepsilon'$ sich aber umgekehrt, wie die Dichte der Luft bey M zur Dichte des Quecksilbers verhalten müssen; so hat man die Proportion

$$dh : ds' = 1 : \frac{m. E\delta}{28\,(1 + At)}$$

oder $ds' = \frac{m. E\delta}{28\,(1 + At)}.\, dh$

weil aber, wenn h wächst, s' abnimmt, so muß man eigentlich

$$ds' = -\frac{m. E\delta}{28\,(1 + At)}.\, dh$$

setzen, woraus man wegen $s' = Es$ oder $ds' = Eds$ erhält $ds = -\frac{m\delta dh}{28\,(1 + At)}$.

Da die Zahl 28 in dem Nenner dieses Ausdrucks eigentlich 28 pariser Zolle bedeutet, die Höhe dh aber in Theilen des Halbmessers der Erde ausgedrückt wird; so muß man auch diese 28 pariser Zolle in solchen Theilen ausdrücken, damit eine Gleichförmigkeit der Maße in dem Ausdrucke statt finde.

Setzt man daher den Halbmesser der Erde = 3272020 Toisen = 3272020. 6. 12 pariser Zolle; so betragen obige 28 pariser Zolle in Theilen des Halbmessers der Erde, diesen = 1 gesetzt, den Bruch

$$\frac{28}{72.\ 3272020} = \frac{1}{8413766}.$$

Dies giebt demnach

$$ds = -\frac{m.\ 8413766}{1 + At}.\, \delta.\, dh$$

wo man der Kürze halber den Koefficienten in $\delta dh = n$, mithin $ds = -n\delta.\, dh$ setzen kann.

Nun ist aber $\delta = \frac{s}{v}$; mithin $\frac{ds}{s} = -\frac{n dh}{v}$.

In

In dieser Differenzialformel stellt der Divisor oder die Grösse v das Gesetz vor, nach welchem die Wärme in der Atmosphäre von unten nach oben abnimmt, sie ist also eine Funktion der Höhe h, welche statt v in der vorhergehenden Formel substituirt, durch Integration einen Ausdruck zwischen ε und h giebt, so daß man also für jedes ε den zugehörigen Werth von h finden kann, welches demnach Formeln für das Höhenmessen mit dem Barometer gäbe.

Wie aber nun v eigentlich von h abhängt, darüber sind noch keine hinlängliche Versuche angestellt. Indessen giebt Hr. M. aber doch Hypothesen dafür an, welche der Wahrheit nahe kommen.

Vorher aber zeigt er, wie Herrn de Lüc's Formel aus seiner Differentialformel folge. Nach desselben Voraussetzung ist $= u = V$, also $v = 1$.

Dies giebt die Differentialgleichung

$$\frac{d\varepsilon}{\varepsilon} = - n. dh.$$

Also durch Integration

$$\log \varepsilon = - nh + Const.$$

wo Const. $= 0$ (weil $h = 0$ für $\varepsilon = 1$) und folglich

log. 215. 10000 d. Zähl. $= 6,3324385$

Also log. $\frac{1}{m} = 4,0153779$

Folglich $m = \frac{1}{10360}$, welches von dem Werthe $m = \frac{1}{10313}$ um nichts erhebliches verschieden ist.

Setzt man also $m = \frac{1}{10300}$; so ist der Koefficient in der obigen Gleichung $\frac{0,895449}{m} = 0,895449 \cdot 10360 = 9276,8$ beynahe 9277.

So wäre denn überhaupt

$$h = 9277 (1 + At) \log. brig. \frac{E}{\varepsilon'}.$$

Diese für das Höhenmessen mit dem Barometer gefundene Formel verwandelt sich für eine Temperatur $t = + 16\frac{2}{3}$ und für $A = \frac{1}{215}$ in $h = 9277. (1 + A . 16\frac{2}{3})$ log. brig. $\frac{E}{\varepsilon'} = 9277. \frac{231,75}{215}$ log. brig. $\frac{E}{\varepsilon'}$ d. h. beinahe $= 10000$ log. brig. $\frac{E}{\varepsilon'}$.

Das wäre dann völlig des Göttingischen Tobias Mayer's Formel aus den Barometerständen ε', E an der obern und untern Station, die Höhe zwischen beyden Standpunkten zu bestimmen.

Noch untersucht Hr. M., wie man den Werth von v durch die Höhe h ausdrücken könne. Es werden dazu nothwendig Hypothesen erfordert und da für $h = 0$, $v = 1$ seyn muß; so wäre wohl die erste Hypothese für jede andere Höhe

$$v = 1 - \beta h$$

zu setzen (wo β einen beständigen Koefficienten bedeuten mag) und demnach die Wärme von unten nach oben in arithmetischer Progression abnehmen zu lassen.

In diesem Ausdrucke ist h in Theilchen des Halbmessers der Erde $= 1$ zu verstehen. Wenn demnach h in Toisen zu verstehen wäre; so müßte man in dem Ausdrucke $1 - \beta h$ statt h eigentlich den Bruch $\frac{h}{3272020}$ setzen.

Die grösten Höhen, die man bisher mit dem Barometer gemessen hat, betragen etwa 19 bis 20000 pariser Schuh, oder höchstens 3333 Toisen. Dies gäbe höchstens $h = \frac{3333}{3272020} = \frac{1}{981}$ des Halbmessers der Erde. Aber auch in dieser Höhe ist die Temperatur der Luft nach dem Reaumürschen Thermometer nie

so

so sehr von der untern unterschieden, daß nicht noch immer beinahe $v = 1$ gesetzt werden dürfte.

Wüste man für eine gewisse Höhe h die Temperatur und zugleich die an der untern Station; so liesse sich daraus der Koefficient β bestimmen. Bouguer fand z. B. in der Zona torrida das Reaumür. Therm. in einer Höhe von 2434 Toisen auf dem Gefrierpunkte stehen, da es unten die Temperatur $t = + 30$ zeigte. Dies gäbe demnach für $h = \frac{2434}{3272020} = \frac{1}{1345}$ die Wärme $v = 0,88$. Mithin wäre $0,88 = 1 - \frac{\beta}{1345}$ und daraus $\beta = 296$.

So könnte man aus mehrern Erfahrungen die Grösse β bestimmen, wenn man dergleichen in sehr grossen Höhen in zulänglicher Menge mit gehöriger Auswahl und Sicherheit hätte.

Es ist indessen ein Glück, daß der Werth von β in die Formeln für das Höhenmessen mit dem Barometer selbst nicht hinein kömmt, sondern durch gehörige Substitutionen sich ganz aus denselben wegschaffen läßt, welches demnach einen grossen Theil von Untersuchungen unnöthig macht, wie die Folge mit mehrerem ausweisen wird.

β würde nun zwar keine von der veränderlichen Höhe h abhängende Grösse, aber doch wohl eine solche Funktion von der untern Wärme $1 + At$ seyn, daß der Werth von v oder das Verhältniß der untern Wärme V zu der obern u desto mehr sich dem Verhältniß der Gleichheit $1 : 1$ näherte, je geringer die untere Wärme selbst wäre, d. h. man würde z. E. $\beta = (1 + At)^{\Psi} \beta$ setzen müssen, wo Ψ eine ganze bejahte Zahl und β einen ganz unveränderlichen Koefficienten bedeuten müßte. Denn alsdann wäre $v = 1 -$ (1

$(1 + At)\Psi\, \beta.\, h = \frac{u}{V}$ und u würde für einerley h, in Vergleichung mit V desto schneller abnehmen, je grösser man t oder die Temperatur der untern Luft selbst annähme und so umgekehrt.

Allein dieser Veränderlichkeit des Koefficienten β ungeachtet, darf man doch bey der Integration der Formel: $\frac{d\varrho}{\varrho} = - \frac{n\,dh}{v}$ diese Grösse β in dem Ausdrucke für v nicht für eine unveränderliche Grösse behandlen. Denn man sucht eigentlich das einem jeden h zukommende Integral $\int \frac{dh}{v}$ für den Fall, da man für eine gewisse untere Temperatur t, den Werth von $\beta = (1 + At)\Psi\, \beta$ gleichsam schon als gegeben oder bestimmt ansieht, wie, wenn man für jedes t etwa die Werthe von β schon berechnet und in eine Tafel geordnet hätte, aus der man nur für jeden Zustand der untern Luft den bestimmten Werth von β herausnähme und ihn in den Ausdruck $v = 1 - \beta h$ substituirte. Es wird nämlich der Werth des Integrals $\int \frac{dh}{v}$ nur in so fern gesucht, als das Abnehmen der Wärme von unten nach oben, für eine bereits bestimmte Temperatur der untern Luft sich nur darnach richtet, wie man nach und nach auf immer grössere Höhen h hinaufsteigt d. h. in sofern man nur h als eine variable Grösse betrachtet, und substituirt nur erst nach geschehener Integration statt β seinen Werth, in so fern er von der Temperatur der untern Luft abhängt.

Nach dieser Vorbereitung wäre also bey der Hypothese $v = 1 - \beta h$, $\frac{d\varepsilon}{\varepsilon} = - \frac{n\,dh}{1-\beta h}$ und durch die Integration $\log \varepsilon = \frac{n}{\beta} \log (1 + \beta h) + \text{const.}$

Weil aber für $h = 0$, $\varepsilon = 1$ seyn muß; so giebt dies const. $= 0$, demnach $\log. \varepsilon = \log. (1 - \beta h)^{\frac{n}{\beta}}$ oder $\varepsilon = (1 - \beta h)^{\frac{n}{\beta}}$ mithin

$h = \frac{1 - \varepsilon^{\frac{\beta}{n}}}{\beta}$. Statt ε muß $\frac{\varepsilon}{E}$ gesetzt werden, worauf demnach für jeden Barometerstand in der untern und obern Station, nach dieser Formel der Werth von h in Theilen des zur Einheit angenommenen Erdhalbmessers gefunden wird.

Allein diese Formel möchte zur würklichen Berechnung in Zahlen wohl eben nicht sehr bequem seyn, wiewohl sie vielleicht die Höhe h, wenn man nur den Koefficienten β hinlänglich genau wüßte, schärfer als die de Lüc'sche Regel geben dürfte, indem die Hypothese einer von unten nach oben gleichförmig abnehmenden Wärme der Wahrheit gewiß gemässer ist als mit Hrn. de Lüc die Wärme der ganzen Luftsäule constant anzunehmen. Auch hat der Ausdruck

$$h = \frac{1 - \varepsilon^{\frac{\beta}{n}}}{\beta}$$

keine solche Form, daß man ihn bequem etwa mit der de Lücischen Regel vergleichen könnte.

Hr. M. bemüht sich diesen Ausdruck so einzurichten, daß nicht allein die Grösse β aus ihm wegfällt, son-

sondern dieselbe auch zur würklichen Berechnung leichter, und zur Vergleichung mit andern Formeln geschmeidiger werde. Vorher aber sucht er aus einigen andern Hypothesen, die sich für v wahrscheinlich annehmen lassen, Formeln für das Höhenmessen und bemüht sich, ihnen wo möglich eine solche Gestalt zu geben, daß sie etwa den de Lüc'ischen Ausdruck als einen Theil enthalten, zu dem man nur etwas addiren müßte, um gleichsam eine verbesserte de Lüc'ische Formel zu erhalten, wie sie dem angenommenen Gesetze der von unten nach oben abnehmenden Wärme gemäß seyn müßte.

$v = \frac{1}{1 + \beta h}$ als eine zwente Hypothese zu setzen, möchte auch wohl der Wahrheit sehr nahe seyn. Hr. Euler bediente sich schon einer solchen Hypothese bey einer Untersuchung über die astronomische Strahlenbrechung (Mém. de l'Acad. de Berlin 1754. p. 140) und fand nach ihr Formeln für die Strahlenbrechung, die mit den Beobachtungen ganz gut übereinstimmen, welches nicht seyn könnte, wofern der Ausdruck $v = \frac{1}{1 + \beta h}$ von der Wahrheit sehr abwiche.

Nach dieser Hypothese wäre also die Differenzialgleichung nunmehr

$$\frac{d\varepsilon}{\varepsilon} = - n\,(1 + \beta h)\, dh$$

welche integrirt

$$\text{log. nat. } \varepsilon = n h + \tfrac{1}{2} n \beta h^2$$

giebt, wozu kein constans zu addiren ist, weil für $h = 0$ $\varepsilon = 1$ seyn muß.

Aus

Aus dieser Gleichung kann der Werth von β folgendermassen weggeschäft werden. Gesetzt in der untern Luft sey die Temperatur nach dem Reaum. Therm. = t, in der obern Luft = T; so ist

$$v = \frac{1 + A.T}{1 + A.t} = \frac{1}{1 + \beta h}$$

vorausgesetzt, daß in der obern Luft der Koefficient A nicht etwa anders als in der untern Luft angenommen werden müste.

Dieser Gedanke kann demjenigen leicht einfallen, der sich unsere atmosphärische Luft etwa als ein Gemisch von unterschiedenen andern einfachern Luftarten vorstellen will. Wäre nun diese Mischung nicht überall auf einerley Art beschaffen, oder diese Mischung so vollkommen, daß es erlaubt wäre, die atmosphärische Luft gleichsam als ein einziges Fluidum zu betrachten; so würde es auch nicht verstattet seyn, anzunehmen, daß wenn in einer gewissen Luftschicht M, wo etwa ein paar Luftarten a und b die Hauptbestandtheile ausmachten, nach dem Reaumür. Therm. die Temperatur T, in einer andern Luftschicht N aber, deren Hauptbestandtheile die Luftarten c und d wären, die Temperatur t statt fände, daß, sage ich, das Verhältniß der Wärmen in beiden Luftschichten M und N alsdann = 1 + A T : 1 + A t seyn müsse, weil diese Vergleichung eigentlich nur statt finden kann, wenn die Temperaturen t und T in flüssigen Wesen von einerley Art und Zusammensetzung beobachtet würden. Also könnte es wohl seyn, daß, wenn z. B. in der obern Luft, wo brennbare Luft wegen ihrer Leichtigkeit das Uebergewicht vor andern in der Atmosphäre vertheilten luftförmigen Stoffen haben möchte, eine Temperatur = T beobachtet würde, in der untern Luft, die hingegen mehr mit fixer Luft ange-

schwän-

schwängert wäre; eine Temperatur = t statt fände, das Verhältniß $1 + AT : 1 + At$ merklich von dem Verhältniß der wahren Wärmen in der obern und untern Luft abweiche.

Allein es ist wohl nicht zu vermuthen, daß wenigstens bis auf solche Höhen als wir in die Atmosphäre kommen, ein so unregelmässiges Gemisch unterschiedener Luftarten statt finden werde, daß es nicht erlaubt seyn sollte, die Atmosphäre als ein einziges gleichförmig zusammengesetztes Fluidum zu betrachten, und in der That könnten die bisher angestellten Höhenmessungen mit dem Barometer, mit den würklichen Messungen nicht so erträglich übereinstimmen, wenn das Gemisch so ungleichförmig wäre. Denn die beständigen Bewegungen in der Luft werden wohl die unterschiedenen elastischen Stoffe, woraus unsere Atmosphäre zusammengesetzt ist, gar bald so unter einander bringen, daß man ohne merkliche Fehler das ganze Gemisch als gleichförmig annehmen, mithin auch die Vergleichung der Wärmen in den unterschiedenen Luftschichten blos nach der Formel

$$v = \frac{1 + AT}{1 + At}$$

so daß A für jede Schicht einerley Werth behält, anstellen darf.

Man setze nun der Kürze halber

$$\frac{1 + A.T}{1 + A.t} \text{ oder } 1 - \frac{A(t - T)}{1 + At} = 1 - \eta$$

so daß η den Bruch $\frac{A(t - T)}{1 + At}$

der wegen $A = \frac{1}{215}$ immer sehr klein seyn wird, bedeute, so wird

$1 - \eta$

$$1 - \eta = \frac{1}{1 + \beta h}$$

mithin $\beta = \frac{\eta}{(1-\eta)h}$.

So erhält man

$$\frac{1}{n} \log. \frac{E}{s} = \left(1 + \frac{\eta}{2(1-\eta)}\right) \cdot h$$

und folglich

$$h = \frac{1}{1 + \frac{\eta}{2(1-\eta)}} \cdot \quad + \frac{1}{n} \log. \frac{E}{s}$$

statt der Logarithmen überall die natürlichen gesetzt.

Nun ist, weil η immer einen sehr kleinen Bruch bedeutet, ohne merklichen Fehler

$$\frac{\eta}{1-\eta} = \eta\,(1+\eta).$$

und demnach

$$1 + \frac{\eta}{2(1-\eta)} = 1 + \frac{\eta}{2} + \frac{\eta^2}{2};$$

folglich der Koefficient in $\frac{1}{n} \log. \frac{E}{s}$

$$= \frac{1}{1 + \frac{\eta}{2} + \frac{\eta^2}{2}}$$

wofür man durch die Division ohne merklichen Fehler $1 - \frac{\eta}{2} - \frac{\eta^2}{4}$ findet, indem man die Glieder, welche η^3 enthalten, als völlig unbeträchtlich in Absicht der andern ansehen darf.

Nun

Nun ist aber weiter

$$\eta = \frac{A\,(t-T)}{1+At};$$ wofür man sehr nahe $\eta = A$

$$(t-T)\,(1-At) = A\,(t-T) - A^2\,(t-T)\,t$$

setzen kann, weil die Glieder, welche $A^3 = (\frac{1}{215})^3$ enthalten würden, weggelassen werden können. Dies giebt

$$1 - \frac{\eta}{2} - \frac{\eta^2}{4} = 1 - \frac{A}{2}\,(t-T) + \frac{A^2}{2}\,(t-T) - \frac{A^2}{4}\,(t-T)^2$$

Also

$$1 - \frac{\eta}{2} - \frac{\eta^2}{4} = 1 - \frac{A}{2}\,(t+T) + \frac{A^2}{4}\,(t-T)\,(t+T)$$

Folglich

$$h = \left[1 - \frac{A}{2}\,(t-T) + \frac{A^2}{4}\,(t-T)\,(t+T)\right].\ \frac{1}{n}\,\log.\ \frac{E}{e}.$$

Für $t = T$ d. h. wenn man, wie Hr. de Lüc in der ganzen Luftsäule h einerley Temperatur annähme, wäre $t - T = 0$, mithin

$$h = \frac{1}{n}\,\log.\ \frac{E}{e}.$$

So findet Hr. M. endlich

$$h = \left[1 + A\,\left(\frac{t+T}{2} - 16{,}7\right)\right] H$$

$$\left.\begin{array}{l} -\frac{1}{2}\,A^2\,(t-T)\,\left(\frac{t-T}{2} - 16{,}7\right) \\ +\ A^2\,(t-16{,}7)\ 16{,}7 \end{array}\right\} H$$

wenn

wenn $H = 10000 \log. \text{brig.} \frac{E}{e}$ bedeutet.

Aber die Glieder, worin A^2 als Koefficient vorkommt, werden immer sehr klein seyn; man dürfte daher blos

$$h = [1 + A\left(\frac{t+T}{2} - 16{,}7\right)].\ H \text{ setzen.}$$

Das wäre also völlig die de Lüc'ische Regel, wenn er zwischen der obern und untern Temperatur das arithmetische Mittel $\frac{1}{2}(t + T)$ nimt. Die verbesserte de Lüc'ische Regel würde also diese seyn, wenn man in unserer Formel auch die Glieder, welche den Koefficienten A^2 enthielten, mit in Rechnung brächte.

Diese Verbesserungen liessen sich für gegebene t und T leicht berechnen. Um aber hier ungefähr zu sehen, ob es sich der Mühe verlohnte, Gebrauch davon zu machen; kann man die Temperatur t und T soweit von einander nehmen, als man sie wohl selten in der untern und obern Luft so finden wird. Gesetzt, es wäre $T = 0$ und $t = +30$; so wären die Verbesserungstheile für unsere Formel =

$$[-\tfrac{1}{2} A^2\, 30.\,(15 - 16{,}7) + A^2\,(30 - 16{,}7).\ 16{,}7]\ H$$
$$= + A^2\,(15.\ 1{,}7 + 13{,}3.\ 16{,}7).\ H$$
$$= + \frac{248}{47225}.\ H = + \frac{1}{190}\ H.$$

In den meisten Fällen werden die Temperaturen der obern und untern Luft bey weitem nicht so viel unterschieden seyn, als vorhin angenommen worden ist und mithin die Verbesserungstheile noch viel weniger als $\frac{1}{190}$ des Ganzen betragen. Ja in den Fällen, wo Hr. de Lüc seine Beobachtungen mit den wirklichen Messungen verglich, waren die Temperaturen nie so sehr an bei-

beiden Stationen von einander unterschieden, daß die obigen Verbesserungstheile nur $\frac{1}{400}$ bis $\frac{1}{6000}$ des Ganzen betragen hätten.

Hieraus erhellet demnach, daß es vergebends seyn würde, mit Zuziehung dieser Verbesserungtheile eine noch grössere Uebereinstimmung der de Lüc'schen Formel mit den würklichen geometrischen Messungen zu erwarten. Denn das würde voraussetzen, daß erstlich die geometrischen Messungen selbst mit einer Genauigkeit angestellt wären, daß man um $\frac{1}{190}$ des Ganzen oder auf einen noch viel geringern Theil desselben sicher wäre. Daß aber dieses bey Höhenmessungen theils wegen der dabey vorkommenden oft sehr kleinen Winkel, selbst wegen der nach Verhältniß der Temperaturen veränderlichen irrdischen Refraktionen und anderer Ursachen schwerlich zu erhalten seyn möchte, wird jeder, der weis, was zu solchen Messungen gehört, und den Grad der Genauigkeit dabey berechnen will, wohl zugestehen. Es erfordert schon viele Aufmerksamkeit bey Höhenmessungen nicht um den 200ten bis 400ten Theil des Ganzen zu fehlen.

Zweytens würden denn auch wohl die unvermeidlichen Fehler in den Beobachtungen der Barometerhöhen und der Thermometerstände an beiden Stationen einen Fehler in die nach der gegebenen Formel zu berechnende Höhe hineinbringen können, der sich in vielen Fällen wohl noch höher, als die Verbesserungstheile selbst belaufen könnte.

Hr. de Lüc gesteht selbst, daß er bey allen Verbesserungen, die er an dem Barometer angebracht habe, und ungeachtet aller Sorgfalt im Beobachten selbst, sich doch nicht zutraue einen Fehler von $\frac{1}{8}$ einer Linie im Barometerstande zu vermeiden, und schreibt dies

der

der Unvollkommenheit der Röhren, der Beschaffenheit des Quecksilbers, dem Anhängen desselben an das Glas und andern Ursachen zu. Da demnach ein solcher Fehler an beiden Stationen begangen werden kann; so ist daraus leicht zu berechnen, wie sicher man die nach der Formel zu bestimmende Höhe zwischen beiden Standpunkten finden werde, und die Berechnung wird lehren, daß der Fehler in der Höhe oft mehr betrage, als die Verbesserungstheile selbst. Eben so kommen nun auch die Fehler in den Beobachtungen der Thermometerstände noch hinzu. Eigentlich sollten an beiden Stationen Thermometer gebraucht werden, welche immer bey einerley Barometerhöhe bestimmten Siedpunkt haben. Geschieht das nicht, so giebt die Formel $v = \frac{1 + AT}{1 + At}$ nicht das richtige Verhältniß der obern Temperatur zur untern an, und so entstehen demnach neue Fehler in Bestimmung der Höhe.

Ferner sollten die Thermometerstände auch unter einerley Umständen beobachtet werden, nicht eines im Schatten, das andere an der Sonne u. d. gl. wie Hr. de Lüc sehr oft thut. Kurz wer weiter nachdenken will, wird so viele Ursachen finden, die auf das Höhenmessen mit dem Barometer Einfluß haben können, daß man wohl schwerlich den Gedanken haben kann, obige Verbesserungstheile, da sie immer so wenig betragen, etwa mit den wirklich gemessenen Höhen, wenn diese etwa nicht sehr groß wären, zu vergleichen, und so auf diesem Wege ihre Richtigkeit darzuthun. Als ein nützliches Resultat kann man daher immer aus den bisherigen Untersuchungen ansehen, daß die Voraussetzung $v = \frac{1}{1 + \beta h}$ für das Gesetz der von unten

nach oben abnehmenden Wärme in unserer Atmosphäre eine Formel für das Höhenmessen giebt, die mit der de Lüc'schen so gut übereinstimmt, daß sie mit Weglassung der ganz unbeträchtlichen Verbesserungstheile, sich völlig in die de Lüc'sche verwandelt — daß es also solchergestalt auch theoretisch erwiesen ist, daß Hrn. de L. Regel mit den würklichen Messungen, wenn nicht besondere Localumstände eintreten und die Höhen nicht gar zu groß sind, so gut übereinstimmen müsse, als es sich nach der Theorie der Folgen der Fehler nur erwarten läßt.

Daß aber besonders bey sehr grossen Höhen Hrn. de Lüc's Regel unterweilen um etwas beträchtliches von den wirklichen Messungen abweicht, als nach der Theorie der Folgen der Fehler statt finden kann, rührt wohl von Localursachen her, die sich schwerlich auf Rechnung bringen lassen, z. E. von der Beschaffenheit des Erdreichs an und zwischen beiden Stationen, je nach dem solches die Wärme mehr oder weniger annimmt, sie mannichfaltig reflectirt, und so eine ungleiche und nicht nach einem gewissen Gesetze sich gleich vertheilende Wärme in der Atmosphäre bewürkt, oder wenn die Luft nicht vollkommen rein und die Beobachtungen bey wolkigten Himmel angestellt werden.

Herr Hofr. Mayer vergleicht die de Lüc'sche Regel noch mit einer andern Hypothese. Er nimmt nämlich an, das Gesetz der Wärme in unserer Atmosphäre sey in folgender Formel enthalten: $v = e^{-\beta h}$, wo e die Zahl bedeutet, deren natürlicher Logarithme $= 1$ und β einen gewissen beständigen Koefficienten, der nämlich von der Höhe h unabhängig ist. Alsdann ist für $h = 0$ auch $v = 1$ und v nimmt ab, wenn h zunimmt.

Hr.

Hr. M. hatte sich dieser Hypothese schon in seinem Programm über die Refractiones astronomicas (Alt. 1781) bedient und daraus seines Vaters des Göttingischen Mayers Formel für die astronomischen Refraktionen dargethan; welche bekanntlich mit den beobachteten Strahlenbrechungen nicht so gut übereinstimmen könnte, als es von ihr erwiesen ist, wenn eine Voraussetzung wie $v = e^{-\beta h}$ von der Wahrheit viel abweichen sollte.

Man substituire diesen Werth von v in der Differentialformel für das Höhenmessen mit dem Barometer $\frac{d\varepsilon}{\varepsilon} = - \frac{n\,dh}{v}$; so erhält man $\frac{d\varepsilon}{\varepsilon} = - n\,e^{\beta h} dh$, mithin durch die Integration

$$\log.\ \text{nat.}\ \varepsilon = \frac{n}{\beta}(1 - e^{\beta h})$$ nachdem die Const.

so bestimmt worden, daß für $h = 0$ $\varepsilon = 1$ werde.

Eben diesen Ausdruck hatte unser Verf. auch bereits in seinem oben angeführten Programm gefunden und gezeigt, wie die de Lüc'ische Formel damit zusammenhänge. Seine Absicht zur Bestimmung der Refraktion verstatteten aber nicht, diese Formel zum Gebrauch am bequemsten einzurichten. In gegenwärtiger Abhandlung läßt er sich ausführlicher darüber aus.

Man setze zuerst

$$v = \frac{1 + AT}{1 + At} = 1 - \eta$$

so hat man nunmehr nach der angenommenen Hypothese

$$e^{-\beta h} = 1 - \eta \text{ oder } e^{\beta h} = \frac{1}{1 - \eta}$$

$$= 1 + \eta + \eta^2 \text{ etc. und } 1 - e^{\beta h} = -(\eta + \eta^2 \ldots .).$$

Ferner $-\beta h = \log. nat. (1 - \eta) =$

$$-\eta - \frac{\eta^2}{2} - \frac{\eta^3}{3} \ldots\ldots$$

mithin $\beta = \dfrac{\eta + \frac{\eta^2}{2} + \frac{\eta^3}{3}}{h}$

Diese Werthe in den Ausdruck

$$\log. nat. \, \varepsilon = \frac{n}{\beta} (1 - e^{\beta h})$$

substituirt, geben statt ε zugleich $\frac{\varepsilon'}{E}$ gesetzt;

$$-\log. nat. \frac{\varepsilon'}{E} = \frac{nh(\eta + \eta^2 \ldots\ldots)}{\eta + \frac{\eta^2}{2} + \frac{\eta^3}{3} \ldots\ldots}$$

mithin

$$h = \frac{1 + \frac{\eta}{2} + \frac{\eta^2}{3} \cdot \frac{1}{n} \log. nat. \frac{E}{\varepsilon'}}{1 + \eta + \eta^2}$$

Nun ist aber ohne merklichen Irrthum durch die Division

$$\frac{1}{1 + \eta + \eta^2} = 1 - \eta$$

Demnach

$$h = \left(1 + \frac{\eta}{2} + \frac{\eta^3}{3}\right)(1 - \eta) . \frac{1}{n} \, l. \, n. \frac{E}{\varepsilon'}$$

$$= \left(1 - \frac{\eta}{2} - \frac{\eta^2}{6}\right) . \frac{1}{n} \log. nat. \frac{E}{\varepsilon'}$$

Setzt man nun statt η seinen Werth und statt $\frac{1}{n}$ $\log. nat. \frac{E}{\varepsilon'}$ wieder wie oben den Ausdruck $\mathfrak{H}$; so hat man

h

Molyneux.

Dieser stellte zu Dublin besonders Versuche über das Aufdrehen der Saiten an [m]), welche er im Jahr 1685. der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu London mittheilte.

Man hänge an einen Bindfaden ein Gewicht, um ihn recht auszudehnen und hauche daran oder lasse auch einen Dampf aus siedendem Wasser daran hinaufsteigen; alsdann wird sich der Bindfaden herumdrehen und das Gewicht um sich herum wenden. Molyneux feuchtete auch die Schnur mit Wasser an und ließ sie hernach wieder austrocknen. Er bemerkte überdies, daß, wenn er ein brennendes Licht oder auch ein glühendes Eisen unweit der Schnur hielt, wo sie an den Hacken angebunden war, sie sich gleich auseinander gab und das Gewicht herumwendete. Diese Erfahrungen geben zu verschiedenen Hygrometern Gelegenheit an die Hand, nachdem man entweder darauf sieht, daß die Feuchtigkeit die Stricke und Schnüre verkürzt, oder auch herumdreht. Molyneuxs Hygrometer wird auf folgende Art verfertigt: Man schlägt an einer Wand, wo die freie Luft hinkommen kann, unerachtet sie vor den Regen verwahrt ist, einen Nagel A ein und bindet daran eine hänffene Schnur ABC, ungefähr 4 Fuß lang. An das andere Ende der Schnur bindet man e ein Gewicht, und befestigt daran eine Scheibe mit einem Index. Durch die Feuchtigkeit der Luft wird so eine Bewegung bewürkt.

Hr.

m) Philos. Transact. M. Jun. 1685. n. 162. p. 1032. und *Guilielmi Molineux* Armigeri et societat. Dublin. Secretarii inventum novum Hygroscopium in den Act. Erud. Lips. 1686. M. August. p. 389 - 390.

Hr. Dr. Pincker, welcher den Aufsatz über dieses Hygrometer aus den Englischen Transaktionen in den Actis Eruditorum mittheilt, fügt die Erinnerung hinzu, daß diese Erfindung nicht ganz neu sey. Noluimus hic diffiteri, sagt er, hygroscopium huic non absimile jam ante hoc decennium Dresdae a nobis visum esse, portatile tamen et compendiosiori forma extructum. Nimirum ex umbonis quatuor columellis innixi centro propendebat chorda tenuis saltem, suspensum tenens globulum deauratum, coronatum limbo circulari in gradus distincto; ex una vero columellarum prominebat index setaceus, gradus in limbo demonstrans, prout himutata aëris constitutione cum globulo, aut progressum faciebant, aut regrediebantur. Ac tum quidem rem, non sine admiratione adspeximus, maxime quod celato, ut fieri solet, artificio fabricator perhibuerat, globulum singulari arte praeparatum ac virtute sympathetica instructum esse; quamobrem etiam machinulam tam magno satis pretio emtori suo obtruserat.

Auch Sturm hat schon ein ähnliches Hygroskop zu verfertigen gelehrt. Er beschreibt es auf folgende Art [n]: Constat ex orbiculo ligneo dimidium circiter pedem lato ac unum praeter propter digitum alto et chorda tenui ejus medio ita sollicite alligata, ut ex hac suspensus ad libellam seu Horizontalem, ut loquuntur, situm se componerent, omnibus ejus partibus exactum servantibus aequilibrium. Orbiculi margo in partes aliquot aequales suis numeris notatas erat divisus, atque hic tandem structurae simplicissimae credebatur usus: suspensum e chorda sua orbiculum, loco quodam tran-

n) Colleg. Experiment. s. Curios. P. I. Tentam. XIV. Phaenom. 2.

$$v = 1 - \beta h$$

oder $v = \frac{1}{1 + \beta h}$

oder $v = e^{-\beta h}$

anzunehmen, indem jede Hypothese für das Höhenmessen mit dem Barometer auf Formeln führt, in denen der de Lüc'sche Ausdruck immer der Hauptbestandtheil bleibt.

Für mehrere Hypothesen, die sich etwa für v annehmen liessen, Formeln zu berechnen, würde übrigens nicht der Mühe werth seyn, indem die bisherigen gewis diejenigen sind, welche mit der würklichen Abnahme der Wärme von unten nach oben, die doch immer noch sehr wenig beträgt, am ersten übereinstimmen.

Christ. Henr. Damen d).

Dieser geht in der in der Note angeführten Schrift von der bekannten logarithmischen Regel aus, verbessert sie wegen der Wärme, bringt diese Verbesserung nach Hrn. de Lüc's Vorschriften auf eine bequeme analytische Formel und zeigt, wie man die Rechnung mit Logarithmen zu führen habe.

Es

d) Hr. Damen wurde in der Folge P. P. O. Mathem. Sublim. Arch. Civil. hydraul. zu Leiden (Jen. gel. Zeit. 1785 S. 648.), starb aber daselbst den 3 April 1793 in einem Alter von 38 Jahren. (XVIII Beylage zu den Leipz. gel. Zeit. 1793. 15. Sept. p. 143.) Die Schrift von ihm über den gegenw. Gegenstand führt den Titel: Dissertatio physica et mathematica de montium altitudine barometro metienda. Accedit Refractionis Astronomicae theoria auctore *Christiano Henrico Damen*. A. L. M. et Philos. D. Hagae Comitum typis Joh. de Groot, MDCCLXXIII. gr. 8. 103 S. mit 1 Kupfst.

Es seyen zwey Säulen, die eine mit Quecksilber, die andere mit Luft angefüllt, die sich gegenseitig das Gleichgewicht halten. Die Höhe der erstern heisse y, die Höhe der letztern x, und die Quecksilbersäule falle um dy. Nennt man nun die Dichtigkeit der Luft an einem Orte, wo die Entfernung von der Oberfläche der Erde x, und die Barometerhöhe y ist, δ, und setzt die Dichtigkeit des Quecksilbers = 1 so daß δ das Verhältniß zwischen den Dichtigkeiten der Luft und des Quecksilbers ausdrückt, so wird δdx gleich seyn dem Gewicht des Elements der Luftsäule. Diesem Gewicht ist aber das Gewicht einer Quecksilbersäule gleich, deren Höhe dy ist; und man erhält also folgende Gleichung, $-dy = \delta dx$. Dem Differential dy wird das Zeichen — vorgesetzt, weil y vermindert wird, während dem x wächst.

Nun ist die Dichtigkeit der Luft an einem gewissen Orte oder δ der Höhe des Barometers proportional. Setzt man also in der vorigen Gleichung y an die Stelle von δ, so wird $-dy = ydx$ oder $-\frac{dy}{y} = dx$ seyn, und man erhält durch die Integration $-\log. y = x + c$. Bey der Bestimmung der beständigen Grösse c muß man bemerken, daß an dem Ort, wo die Höhe a ist, die Höhe des Barometers, welche b heisse, durch Beobachtung bestimmt werden können. Wenn also $x = a$ ist, so wird $y = b$, und $-\log. b = a + c$, also $c = -\log. b\ a$ seyn. Substituirt man nun diesen Werth der beständigen Grösse in der Gleichung $-\log. y = x + c$, so wird $-\log. y = x - a \log. b$, oder $\log. b - \log. y = \log. \frac{b}{y} = x - a$ seyn.

In

In dieser Formel ist a die Entfernung des Orts von der Oberfläche der Erde, wo b die Höhe des Barometers ist, und y ist die Höhe des Barometers an dem Ort, dessen Höhe x ist. Hat man also durch Beobachtungen a, b und y bestimmt, so findet man x oder die Höhe des höhern Standes über der Oberfläche der Erde. Wenn a = o ist, das heißt, wenn b nach der Meeresfläche bestimmt worden ist, so wird log. $\frac{b}{y}$ = x seyn.

Die Gleichung $-\frac{dy}{y} = dx$, drückt die Natur der logarithmischen Linie aus, deren Subtangente = 1, die Ordinate y und die Abscisse x ist, und weil die Ordinaten dieser krummen Linie, wenn die Abscissen in arithmetischer Progression sind, eine geometrische Progression ausmachen, so folgt daraus, daß die Höhen des Barometers, und die ihnen proportionalen Dichtigkeiten der Luft sich in einer geometrischen Progression befinden, so oft die Entfernungen von der Oberfläche der Erde in arithmetischer Progression sind.

Es sey für die Höhe X die Barometerhöhe Y, so wird auch log. $\frac{b}{Y}$ = x — a, hieraus erhält man folgendes Verhältniß: log. b — log. y : log. b — log. Y = x — a. X — a, das heißt, die Differenzen der Entfernung der Oerter stehen in gleichen Verhältniß mit den Barometerhöhen.

Die Gleichung log. $\frac{b}{y}$ = x — a läßt sich auch so ausdrücken: Es sey D die Dichtigkeit der Luft an dem Ort, dessen Höhe a, und wo die Barometerhöhe

observiren, daß sich die Maschine beuget, wenn es stark schneien will.

Des Winters, wenn es Tau-Wetter ist, beuget sich die Maschine jederzeit, weil die Luft alsdenn immer feucht ist.

Des Vor-Jahres regulirt sich diese Maschine schon etwas mit nach der Sommer-Observations-Beschreibung.

Wie eigentlich mit dieser Maschine des Sommers umgegangen wird.

NB. Man nimmt diese Maschine aus dem Futteral, und leget es mit dem Papier, darinnen es lieget, vor das Fenster, je besser nun die Luft dazu kommen kann, je accurater zeiget es das Wetter an. Sollte es seyn, daß des Sommers ein Logiament die Maschine etwas mehr trocken, als das regnigte Wetter anzeiget, so leget man es in ein ander Logiament, da die Sonne nicht so viel auf die Fenster scheinen kann, alsdenn lieget es in temperirter Luft, oder man nimmt ein Geschirr, gleich viel, am besten aber ein Glas, welches oben ohngefähr zwey oder 3 Finger lang rund ist, giesset in selbigem ein wenig Wasser, leget auf das Glaß ein Blatt Papier, auf dem Papier die Maschine, zu verstehen ohne Futteral, die als ein Prob-Lacken sich präsentirende Materie, setzet dieses Glas vorm Fenster, in ein Logiament da die Sonne ungehindert darauf scheinen kann, alsdann reguliret man sich nach der Sommer-Observations-Beschreibung.

Es ist zu consideriren, wann die Maschine des Sommers sich etwas zu trocken erzeigen sollte, ist es eine Anzeige, daß in dem Geschirr nicht Wasser genug ist, im Gegentheil, so es die Feuchtigkeit zu stark anzeiget, daß es sich zu viel beuget, ist eine Anzeige, daß überflüssig

Diese Formeln würden genau das Verhältniß zwischen x und y, oder zwischen den Höhen des Orts und des Barometers ausdrücken, wenn die Dichtigkeit der Luft in verschiedenen Theilen der Atmosphäre von keiner andern Ursache als von dem Druck der homogenen Luftsäule abhienge. Da dies aber aus vielen Ursachen in der Natur nicht Statt hat, so untersuchte Hr. Damen diese Ursachen genauer, nachdem er den Nutzen dieser Formeln gezeigt hat. Die ganze Sache hängt von dem Werth des Koefficienten $\frac{b}{D}$ in der Gleichung $\frac{b}{D} \log. \frac{b}{y} = x - a$, ab. Daraus wird $\frac{b \log. 10}{D} L \frac{b}{y} = x - a$. Man setze den Koefficienten $\frac{b \log. 10}{D} = \lambda$, so ist $\lambda L. \frac{b}{y} = x - a$ und $\lambda = \frac{x - a}{L \frac{b}{y}}$. Setzt man nun in dieser Gleichung statt $x - a$ die Differenz der vertikalen Entfernung beyder Oerter, und statt b und y die an denselben Oertern beobachteten Höhen des Barometers, so wird man daraus den Werth des Koefficienten λ herleiten können.

Joh. Friedr. Hennert.

Auf den November 1785 gab die Königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen die Preißfrage auf: Ex legibus, quibus densitas aëris et Mercurii a calore regitur praecepta condere et demonstrare altitudinibus Barometro mensurandis idonea.

Den

Den Preiß gewann Hr. Hennert in Utrecht. Seine Schrift verdiente allerdings bekannter zu seyn, als sie in der That ist *).

Ist D die der Barometerhöhe a entsprechende Dichte der Luft und C die Wärme und wiederum h die Barometerhöhe, δ die Luftdichte, und γ die Wärme; so ist

$$a : DC = h : \delta\gamma \text{ und } \delta = \frac{DC}{a} + \frac{h}{\gamma}$$

Eben so findet man für die Höhe x die Gleichung

$$\frac{dx}{A\gamma} = - \frac{dh}{h}$$, oder wenn man integrirt,

$$\int \frac{dx}{\gamma} = - A \log. h + C$$

und wenn H die Höhe des Barometers am Fuße des Berges bedeutet

$$\frac{\int dx}{\gamma} = A \log. \frac{H}{h}.$$

Hr. H. setzt nun nach Euler

$$\gamma = \frac{C}{1 + \frac{\alpha x}{H} + \frac{\beta x^2}{H^2} + \text{etc.}}$$

alsdann ist

$$\int \frac{dx}{\gamma} = \int \frac{dx}{C} \left(1 + \frac{\alpha x}{H} + \frac{\beta x^2}{H^2} + \text{etc.}\right)$$

=

*) *J. F. Hennert*, Ph. Mathes. et Astron. Prof. in Academia Rheno-Trajectina commentatio, de altitudinum mensuratione ope Barometri ad quaestionem a Societate Regia Scientiarum Gottingensi in Nov. MDCCLXXXV propositam praemio ornata ejusdemque societatis permissu edita. Trajecti ad Rhen. apud Abr. a Paddenburg. 1786. gr. 8. 78 S. m. einig. Taf.

$$= \frac{1}{C}\left(x + \frac{\alpha x^2}{2H} + \frac{\beta x^3}{4H^2}\right) \text{ und}$$

$$CA \log \frac{H}{h} = x + \frac{\alpha x^2}{2H} + \frac{\beta x^3}{3H^2} + \text{etc.}$$

und wenn L den gewöhnlichen Logarith. ausdrückt:

$$cBL\, \frac{H}{h} = x + \frac{\alpha x^2}{2H} + \frac{\beta x^3}{3H^2} + \text{etc.}$$

$$CBL\, \frac{H'}{h'} = x + \frac{\alpha x^2}{2H'} + \frac{\beta x^3}{3H'^2} + \text{etc.}$$

oder kurz

$$\alpha = \left(cBL\, \frac{H}{h} - x\right)\frac{2H}{x^2}$$

$$\alpha = \left(CBL\, \frac{H'}{h'} - x\right)\frac{2H'}{x^2}$$

Daher wird

$$CBL\, \frac{H}{h} = x + \frac{C-\gamma}{2\gamma} \times \chi \text{ und folglich}$$

$$x = CBL.\, \frac{H}{h} - \frac{C-\gamma}{2\gamma} \times X.$$

Nun sey $CBL.\, \frac{H}{h} - \frac{C-\gamma}{2\gamma} \times X = y$

alsdann ist, wenn $x = CBL.\, \frac{H}{h} - \frac{C-\gamma}{2\gamma} \times$ $CBL.\, \frac{H}{h}$ ist, auch

$$y = CBL.\, \frac{H}{h} - \frac{C-\gamma}{2\gamma} \times CBL.\, \frac{H}{h}$$

$$+ \left(\frac{C-\gamma}{2\gamma}\right)^2 CBL.\, \frac{H}{h} =$$

$$CBL.\, \frac{H}{h}\left(1 - \frac{C-\gamma}{2\gamma} + \right.$$

(C−γ

$\left(\frac{C-\gamma}{2\gamma}\right)^2\Big)$ und also die gesuchte

Correction $-\frac{C-\gamma}{2\gamma}+\left(\frac{C-\gamma}{2\gamma}\right)^2$.

Nach de Lüc's Hypothese aber ist $x = 6000\,L.\,\frac{H}{h}$; daher ist $\frac{2C\gamma}{C+\gamma}\,B = 60000$ und wenn man $\frac{60000}{B} = b$ annimmt, ist $\gamma = \frac{bc}{2c-b}$. Da aber $\gamma < c$; so sey $\gamma = \alpha C$, so daß α ein Bruch ist; so ist $\alpha = \frac{b}{2c-b}$, woraus man sieht, daß wegen der beiden unbekannten Wärmen c und γ die Aufgabe unbestimmt ist. Damit aber α einen wahren Werth habe, muß $2c > b$ und $2c - b > b$ oder $c > b$ seyn. Nach de Lüc's Beobachtungen ist $LB = 1{,}7131066$, folglich $C = b = \frac{60000}{B} = 116157 = 67\frac{3}{4}°$.

Aus diesen Sätzen zieht Hr. Hennert für die Ausübung mehrere Folgerungen, erläutert alles durch hinlängliche Beyspiele und hat Tafeln für die Ausdehnung der Luft und des Quecksilbers berechnet. Nach diesen Versuchen scheint in der That alles in Ansehung der Anwendung des Kalkuls auf diesen Gegenstand erschöpft zu seyn und es bleibt nichts mehr übrig als die Erfahrung weiter um Rath zu fragen.

Geschichte der Luft.

Drittes Kapitel.

Geschichte der Hygrometrie.

Einleitung.

Obgleich unter allen Instrumenten, welche seit Anfang dieses Jahrhunderts zu meteorologischen Beobachtungen erfunden wurden, kein einziges ist, welches nicht noch Verbesserungen bedürfte; so kann man doch, ohne eine Unwahrheit zu sagen, behaupten, daß die Hygrometer am meisten zurückgeblieben sind. Lange waren sie höchst unvollkommen und nicht eigentliche Hygrometer, Feuchtigkeitsmesser sondern Hygroskope, Feuchtigkeitsanzeiger. Erst seit wenigen Jahren fingen die Naturforscher an, auf eine ansehnliche Verbesserung derselben bedacht zu seyn, aber zur Vollkommenheit haben sie dieselben bey weitem noch nicht gebracht.

Schon die gemeine Erfahrung lehrt, daß die Luft nicht beständig trocken, sondern oft auch feucht und voll wässeriger Dünste sey, und sie lehrt auch, daß dadurch sowohl an unserm eignen Körper, als auch an verschiedenen andern Körpern merkliche Veränderungen hervorgebracht werden. Diese Veränderung der Körper durch die Feuchtigkeit und Trockenheit geschieht auf zweyerlei Art; entweder am Gewicht oder am Umfange der Körper. Alle nicht gedrehte Därme, Leder, Per-

gament, Papier, Holz, Schwämm, Wolle ꝛc. werden von der Feuchtigkeit länger und grösser; dagegen werden alle gewundene oder gedrehte Körper als Zwirn, Bindfaden, Stricke, Schnüre von Hanf, Flachs oder Seide, Darmsaiten ꝛc. kürzer und drehen sich nach der Grösse der Feuchtigkeit auch um eine gewisse Grösse herum.

Diese Erfahrungen haben so etwas alltägliches, daß sie scheinen schon sehr lange bekannt gewesen zu seyn. Schwenter erzählt, daß die Schnur, deren er sich beym Feldmessen bedient habe, von der feuchten Luft innerhalb einer Stunde um den 16ten Theil eingelaufen und kürzer geworden sey. Eben diese Wirkung soll man schon an dem Obelisk, der zu Rom dem Pabst Sixtus VI. zu Ehren aufgerichtet werden sollte, mit dem größten Vergnügen wahrgenommen haben. Denn da es bey dessen Aufrichtung soweit gekommen war, sagt man, daß die Flaschenzüge einander zu bald und ehe noch der Obelisk gerade stand, berührten; so konnten die Seile nicht mehr ziehen und man war in Gefahr alle Mühe vergebens angewandt zu haben. Da soll nun der berühmte Mechaniker Fontana auf den Einfall gekommen seyn, daß man die Seile anfeuchten sollte. Sobald dieses geschehen war, sah man mit Verwunderung, daß die Seile kürzer wurden und der viele Tausend Centher schwere Obelisk sich gleichsam von selbst in seinen gehörigen perpendikulären Stand stellte.

Diese Erfahrungen leiteten ganz natürlich darauf, diese Wirkungen als Mittel anzusehn, die Grösse der Feuchtigkeit zu erkennen, und nach einigen soll der berühmte italiänische Arzt Morgagni diesen Gedanken zuerst gehabt haben. Es scheint aber, daß man sich seit der Erfindung dieses Instruments mehr bemüht

hat,

hat, es zu verändern und auszuschmücken, als genauer zu untersuchen und zu vervollkomnen. Man hat daher eine erstaunliche Menge von Hygroskopen und Hygrometern, aber zum wissenschaftlichen Nutzen dennoch nur sehr wenige.

Um meine Leser in den Stand zu setzen, über die grössere oder mindere Vollkommenheit und Brauchbarkeit derjenigen Hygrometer, deren Einrichtung ich nachher erzählen werde, desto besser ein eigenes Urtheil zu fällen, will ich kurz sagen, was zu einem guten Hygrometer erfordert wird.

Es muß vor allen Dingen aus einer so beschaffenen und eingerichteten Substanz bestehn, daß sie uns vergleichbare, beständige und wahre Verhältnisse zwischen den Feuchtigkeiten, die sie zu verschiedenen Zeiten enthält, angiebt. Das Hygrometer zeigt also nach dieser Definition nicht unmittelbar eine absolute Menge des hygroskopisch verbundenen Wassers an; sondern nur die Grade der Feuchtigkeit, indem erstere vielmehr von der Kapacität der Substanzen abhängt. Will man also nach der Beobachtung des Hygrometers von der in einer Substanz hygroskopisch verbundenen Menge Wassers urtheilen; so muß man zuerst durch Versuche wissen, wie viel sie bey ihrem Größten enthält. Dieses wendet man beym Feuer, wie bey jeder andern hygroskopischen Substanz, an; d. h. um die Menge des Wassers in Dünsten, an dem Orte, wo man das Hygrometer beobachtet zu erfahren, muß man die Menge wissen, welche die Dünste, bey ihren verschiedenen Größten nach ihrer unterschiedlichen Temperatur enthalten, und wenn man sodann das Thermometer mit dem Hygrometer verbindet; so hat man die nöthigen Stücke, um die wirkliche Menge des Wassers als Dämpfe an dem Orte zu erfahren.

Dies wird also die Sprache des Hygrometers seyn, wenn es die erforderlichen Eigenschaften besitzt. Die erste also, welche ich angezeigt habe, ist die Vergleichbarkeit. Diese Eigenschaft erfordert wesentlich entweder zwey feste Punkte, die der Skale zur Basis dienen, oder einen festen Punkt, der auf eine Substanz angewendet wird, deren individuelle Theile alle, auf gleiche Art durch die Feuchtigkeit verändert werden. Und hier kann das Hygrometer einen Vorzug besitzen, den das Thermometer wahrscheinlich nie erreichen wird, nämlich zu festen Punkten die absoluten Extreme zu haben, denn es giebt ein Aeusserstes in der Feuchheit, wo die hygroskopischen Substanzen mit Wasser gesättigt sind; und ein Aeusseres der Trockenheit, wo sie alles hygroskopisch mit ihnen verbundenen Wassers beraubt sind.

Man könnte natürlicherweise aus den Grundsätzen der Hygrologie schliessen, daß die äusserste Feuchheit sich da finden würde, wo die Menge des Wassers so beschaffen wäre, daß es alle hygroskopische Substanzen, das Feuer mit darunter begriffen, gewiß gesättigt hätte. Aber Hr. de Lüc sah, da er untersuchte, welches wohl das Symptom seyn möchte, woran man sicher diesen Zustand der hygroskopischen Substanzen erkennte, keinen andern Ausweg, als auf die Anfeuchtung d. i. auf eine Menge von überflüssigem Wasser zu gehen, und daß also das einfachste Mittel, den Punkt der äussersten Feuchheit am Hygrometer anzugeben, sey, wenn man es ins Wasser tauchte.

Eben so muß die größte Trockenheit sich da finden, wo das Feuer in solcher Menge ist, daß es den andern Substanzen alles mit ihnen hygroskopisch verbundene Wasser entziehen kann. Und wenn demnach, in welchem Ueberflusse auch das Feuer zugegen sey, die hygroskopische Substanzen ihren Antheil an Wasser behalten;

ten; so kann man doch das Glühendwerden, als einen äussersten Punkt des Uebermasses an Feuer ansehen, wo die Trockenheit am größten ist. Gelangt eine hygroskopische Substanz, welche des höchsten Grades des Glühens fähig ist, bis zu ihm; so ist sie in der That auf einem festen Punkte der Trockenheit, den man als den größten ansehn kann.

Diese beiden festen Punkte, die größte Feuchtheit und Trockenheit werden also eine sichere Basis zur Verfertigung der Skale des Hygrometers. Das Uebrige, nämlich die Eintheilung des Raums zwischen diesen Punkten, und wo man die Grade zu zählen anfangen will, ist an sich willkürlich.

Die zweyte Eigenschaft eines guten Hygrometers muß seyn, daß es beständig für dieselben Grade der Feuchtigkeit, einerley zeige; aber ausserdem muß es, wie jedes andere physikalische Maaß, noch eine dritte wesentliche Eigenschaft besitzen, daß sein Gang nämlich mit der wirkenden Ursache in Verhältniß stehn müsse.

Die ältesten Einrichtungen der Werkzeuge zur Messung der Feuchtigkeit beschreiben umständlich Leupold[a]), Wolf[b]), Dalonce[c]) und Sturm[d]). Ich erwähne

a) Theatri Statici Pars II. universalis sive theatrum hydrostaticum ..... (Leipz. 1726. fol.). Von den Hygrometers oder Instrumenten das Regenwasser zu messen. Cap. VIII. p. 296 – 298.

b) Allerhand nützliche Versuche, dadurch zur genauer Erkäntniß der Natur und Kunst der Weg gebähnet wird. Anderer Theil (Halle im Magdeburgischen 1747. 8.) Cap. VII. Von der Feuchtigkeit der Luft und den Hygrometern oder Wetter-Wagen. p. 254 – 284.

c) Traitez des Barométres, Thermométres et Notiométres ou Hygrométres. (à Amsterdam 1688. 12.) p. 88-126.

d) Collegium experimentale sive curiosum. Tentamen XIV. Hy-

wähne hier nur wenige davon. Man kann die Hygroskope in künstliche und natürliche eintheilen. Zur letztern Art gehören z. B. die Rose von Jericho, der Same des Storchschnabels, die Grannen oder Acheln einiger Gräser, insonderheit des Wildhafers und des Federgrases (Stipa pennata L.) und verschiedene andere Gewächse.

Die Rose von Jericho (Anastatica L.) ist eigentlich keine Blume sondern ein eigenes Gewächs, welches an den Ufern des rothen Meers einheimisch ist und in trockner zusammengerollter Gestalt zu uns gebracht wird. Es ist nämlich eine Staude, deren harte und holzige Zweige einen Busch bilden. Sind diese trocken, so schliessen sie sich so, daß alle die äussersten Enden der Zweige durch eine einwärts gekehrte Krümmung sich in einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte vereinigen, und eine Art einer kleinen Kugel ausmachen. Diese entwickelt sich bey feuchter Luft und breitet sich wie ein Moos auseinander. So ist dies Gewächs das lebhafteste und empfindlichste natürliche Hygroskop; und wenn man sie viele Jahre ganz trocken verwahrt hat, wird sie, wenn sie in Wasser getaucht oder gelegt wird, wieder ganz grün und blüht eben so, als da sie abgebrochen wurde.

Auch der mit einer gewundenen Granne sich endigende Same des Storchschnabels (Geranium) gibt ein sehr natürliches Hygroskop ab. Es giebt von diesem Pflan-

Hygroscopiorum & Chronometrorum recens inventorum rationes et usum declarans. p. 120–138. (Norimb. 1701. 4.) und Auctarium XIV Tentaminis. p. 114–120 und Colleg. Exp. f. Curiof. P. II. (Norimb. 1715. 4.) Tentam. XIII. De Hygroscopiorum novis quibusdam generibus et aërometro composito novo. p. 224–230.

Pflanzengeschlecht wohl 40 verschiedene Arten, welche insgesammt darin mit einander übereinkommen, daß sie eine rosenähnliche Blume besitzen, deren Staubweg sich in eine Schnabelförmige Schote endigt, welche ihrer Länge nach in 5 Zellen abgetheilt ist, woran eben so viele Kapseln festsitzen, welche sich in einen langen Schwanz endigen.

Sobald diese Kapseln ihre Reife erlangt haben, machen sie sich von dem Stiele, woran sie festhängen, und welchen sie von dem untersten Theile an bis an die Spitze in Gestalt einer Schneckenlinie umgeben, los. Jedoch sind nicht alle Arten des Storchschnabels zum Gebrauche anstatt eines Hygroskops gleich geschickt, obgleich alle ihre Kapseln von der Feuchtigkeit mehr oder weniger verändert werden. Denn bey einigen Arten sind dieselben vom untersten Theile an bis an die Spitze nur schlechthin gekrümmt und zu diesem Behuf gar nicht tauglich. Andere hingegen sind, wenn sie reif geworden, in Gestalt einer Schneckenlinie gewunden und das sind eben dirjenigen, welche zu gedachten Behuf am besten dienen.

Die Samen von dem kleinen Storchschnabel mit Schirlingsblättern empfinden zwar gleichfalls alle Veränderungen der Luft, sie sind aber gar zu klein und dünn, als daß man ihre Herumdrehungen wahrnehmen könnte. Der großblätterige Storchschnabel hat vollkommen wohlgebildete Schnäbel oder Kapseln, welche ungefähr 1 Spanne lang sind, und sich durch sehr merkliche Umdrehungen unterscheiden; sie haben aber dabey eine mehr stumpfe Empfindsamkeit.

Man zieht daher diejenigen vor, welche von mittlerer Grösse, und mit Spitzen und Schnäbeln versehn sind, dergleichen der wie Bisam riechende Storchschna-

bel mit Schierlingsblättern (Geranium cicutae folio moschatum) besitzt. Will man nun ein Hygroskop daraus sich verfertigen; so darf man nur auf einer aus einer dazu bequemen Materie verfertigten kleinen Scheibe, oder, welches noch besser ist, auf einem bauchrunden Körper Grade abzeichnen, und eine blosse Kapsel oder Schote des Storchschnabels darauf befestigen. Man wählt deswegen vorzüglich einen bauchrunden Körper hierzu, um zu verhindern, daß der Schnabel der Schote die Oberfläche nicht berühre und in seiner Bewegung aufgehalten werde. Es wird dies um so leichter bewerkstelligt, da dieselbe mit dem Horizont nicht mehr parallel bleibt, nachdem die Feuchtigkeit sie schwer gemacht hat. Ist dieses geschehen, so wird man wahrnehmen, daß die Schote sich bey trocknem Wetter mit einer solchen Geschwindigkeit herumdreht, daß es 9 bis 10 Wendungen macht, bey feuchtem Wetter hingegen sich dermassen abrollt, daß, wenn man einen Tropfen Wasser darauf fallen läßt, es darauf nur 1 oder 2 Wendungen macht. Es möge indessen die Trockenheit auch noch so groß seyn, so rollt sich seine Spitze oder Granne niemahls auf, sondern bleibt ausgestreckt, und vertritt die Stelle einer Nadel oder eines Zeigers, so, daß die Anzahl der Wendungen oder schneckenförmigen Linie, welche an dem untersten Theile der Kapsel entstehen, die Anzahl der ganzen Kreise anzeigt, welche die Granne beschrieben hat. Wenn z. B. die Scheibe in 24 gleiche Theile abgetheilt ist, und das Hygroskop nur 6 Wendungen macht, so würden es 144 Grad der Feuchtigkeit seyn.

Es hat dasselbe eine so starke Empfindsamkeit, daß der Zeiger in einer beständigen Bewegung ist, und sich auf und abrollt, nachdem der Luftkreis mehr oder weniger mit Wolken angefüllt ist. Eben so kann man auch

ver-

Diese Formeln würden genau das Verhältniß zwischen x und y, oder zwischen den Höhen des Orts und des Barometers ausdrücken, wenn die Dichtigkeit der Luft in verschiedenen Theilen der Atmosphäre von keiner andern Ursache als von dem Druck der homogenen Luftsäule abhienge. Da dies aber aus vielen Ursachen in der Natur nicht Statt hat, so untersuchte Hr. Damen diese Ursachen genauer, nachdem er den Nutzen dieser Formeln gezeigt hat. Die ganze Sache hängt von dem Werth des Koefficienten $\frac{b}{D}$ in der Gleichung $\frac{b}{D}$ log. $\frac{b}{y} = x - a$, ab. Daraus wird $\frac{b \text{ log. } 10}{D}$ L. $\frac{b}{y} = x - a$. Man setze den Koefficienten $\frac{b \text{ log. } 10}{D}$ $= \lambda$, so ist λ L. $\frac{b}{y} = x - a$ und $\lambda = \frac{x - a}{L \frac{b}{y}}$. Setzt man nun in dieser Gleichung statt $x - a$ die Differenz der vertikalen Entfernung beyder Oerter, und statt b und y die an denselben Oertern beobachteten Höhen des Barometers, so wird man daraus den Werth des Koefficienten λ herleiten können.

Joh. Friedr. Hennert.

Auf den November 1785 gab die Königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen die Preißfrage auf: Ex legibus, quibus densitas aëris et Mercurii a calore regitur praecepta condere et demonstrare altitudinibus Barometro mensurandis idonea.

Den

Stiel, welcher etwa 1 Zoll lang, unterwärts purpurfarbig ist, und eine kugel- oder birnförmige, orangefarbige, schwach gestreifte und unterwärts hängende Büchse trägt. Im jungen Zustande, und gegen den Herbst, ist die Büchse ganz dünn, und steht mehr aufgerichtet, wird aber hernach dicker und niederwärts gerichtet. Wenn man mit einem nassen Finger an diesem vertrockneten Mose den Büchsenstiel von unten nach oben zu berührt, biegt sich die Büchse auf die andere Seite; wenn man aber denselben von der Büchse nach unten zu streicht, schlägt sich diese wieder zurück; und darin besteht die Aehnlichkeit dieses Moses mit einem Hygrometer.

Auch der gedörrte Klee, oder das Kleeheu ist eine Art von Hygroskop. Wenn im Winter es aufthauen, und gelinder Wetter werden will, so ziehen sich die Dünste der Luft in die Kleestängel hinein, sie werden zähe, und das Vieh frißt sie daher ungern. Wenn hingegen die Luft trockner ist, werden sie spröde, und lassen sich eher zermalmen.

Vermittelst der Grannen, d. h. der langen scharfen Spitzen, oder dünnen, stachelförmigen Ansätze, an den Spelzen oder Bälglein der Blüthe verschiedner Gräser, und an verschiedenen Samen, hat bereits E. Magnan die trockne und nasse Luft gemessen und bestimmt, und ein Hygrometer daraus zu verfertigen gelehrt. Die Spitze oder Granne des so genannten Flug- oder Wald-Hafers (Avena fatua L.) schickt sich hierzu am besten. Es ist dieselbe anfangs gerade, wird aber bey dem Austrocknen in der Mitte unter einem Winkel angeknikt, und halb wie ein Strick, halb gerade gewunden. Je trockner sie wird, desto mehr wird sie gedreht, und desto mehr nähert sich ihre Bewegung dem Winkelmasse.

Wenn man trockne und in ihren Hülsen steckende Körner feucht werden läßt, wickeln sich die Granen

auf,

$$= \frac{1}{C}\left(x + \frac{\alpha x^2}{2H} + \frac{\beta x^3}{4H^2}\right) \text{ und}$$

$$CA \log \frac{H}{h} = x + \frac{\alpha x^2}{2H} + \frac{\beta x^3}{3H^2} + \text{etc.}$$

und wenn L den gewöhnlichen Logarith. ausdrückt:

$$cBL \frac{H}{h} = x + \frac{\alpha x^2}{2H} + \frac{\beta x^3}{3H^2} + \text{etc.}$$

$$CBL \frac{H'}{h'} = x + \frac{\alpha x^2}{2H'} + \frac{\beta x^3}{3H'^2} + \text{etc.}$$

oder kurz

$$\alpha = \left(cBL \frac{H}{h} - x\right) \frac{2H}{x^2}$$

$$\alpha = \left(CBL \frac{H'}{h'} - x\right) \frac{2H'}{x^2}$$

Daher wird

$$CBL \frac{H}{h} = x + \frac{C - \gamma}{2\gamma} \times \chi \text{ und folglich}$$

$$x = CBL. \frac{H}{h} - \frac{C - \gamma}{2\gamma} \times X.$$

$$\text{Nun sey } CBL. \frac{H}{h} - \frac{C - \gamma}{2\gamma} \times X = y$$

alsdann ist, wenn $x = CBL. \frac{H}{h} - \frac{C - \gamma}{2\gamma} \times CBL. \frac{H}{h}$ ist, auch

$$y = CBL. \frac{H}{h} - \frac{C - \gamma}{2\gamma} \times CBL. \frac{H}{h} + \left(\frac{C - \gamma}{2\gamma}\right)^2 CBL. \frac{H}{h} =$$

$$CBL. \frac{H}{h}\left(1 - \frac{C - \gamma}{2\gamma} + \right.$$

(C−γ

Saite entweder mit einem metallenen Drat oder einer durchlöcherten dünnen Röhre, damit sie sich nicht biegen konnte, zu umgeben. Man spannte auch wohl eine dünne Saite über mehrere Rollen, in parallele Linien aus; und hängte unten ein Gewicht mit einem Zeiger an. So eine Vorrichtung beschreibt unter andern Wolf in seiner Aerometrie. Hierauf spannte man eine lange Saite, oder auch einen hänfenen Strick der ganzen Länge nach an eine Wand; ein Ende desselben wurde befestigt, das andere lief über eine Rolle, und trug ein seiner Stärke angemessenes Gewicht mit einem Zeiger, welcher bey der Trockenheit fiel, in der feuchten Luft stieg. Eine nach Belieben constrnirte Scale maß dieses Steigen und Fallen. Endlich befestigte man auch sogar in einem hölzernen Häuschen oberhalb eine Saite, unten wurde an dieser Saite ein kleiner Balken festgemacht, der zwey Männchen oder ein Männchen und Weibchen trug, deren eins bey trocknen, das andere bey feuchten Wetter aus dem Häuschen traten.

Schon Nollet nannte alle diese Hygrometer Kinderspiele; welches das letzte in der That auch ist. Lambert gab sich grosse Mühe, sie zur grössern Vollkommenheit zu bringen. Er mußte aber endlich selbst doch gestehn, daß sie vielen unabänderlichen Fehlern unterworfen seyen. Denn erstens bewegen sich die Saiten äusserst langsam, erfordern sogar einige Stunden, und müssen, wenn sie sehr feucht sind, einen Theil ihrer Feuchtigkeit verlieren, ehe sie die erforderliche Kraft haben können, um sich mit einiger Geschwindigkeit zu drehen. Sie können daher auch die geschwindesten Veränderungen der Luft nicht anzeigen. Zweytens aber nehmen sie immer mehr Feuchtigkeit an und zerlösen sich zuletzt völlig in Wasser und lassen hinwieder

herum, wenn sie sehr, auch nur durch die Luft feucht geworden sind, die Feuchtigkeit schwer und langsam fahren. Ausserdem können Saiten, die nicht von der nämlichen Dicke und Beschaffenheit sind, nicht mit einander in der Bewegung übereinstimmen. Uebrigens sind wir Lamberts Bemühungen grossen Dank schuldig.

Nach den Saitenhygrometern kam man auf die Erfindung der Schwammhygrometer. Wolf zog sie allen übrigen vor. Den ganzen Vorzug derselben setzt er aber darin, daß sie länger als alle übrige ihre Kraft behalten, Feuchtigkeiten anzuziehen. Von der Kraft, diese Feuchtigkeiten auch geschwind wiederum fahren zu lassen, sagt er nichts. Diese Hygrometer trugen einen Schwamm an einen Wagebalken, den man anfangs mit Wasser, und nachdem er ziemlich vertrocknete mit Essig, darin Salmiak aufgelößt war, befeuchtete; wenn er nun abermal vertrocknete, hieng man ihn mit einem Gegengewichte an den Wagebalken.

Aber diese Art von Hygrometer sind bey weitem nicht empfindlich genug und man kann nicht verhüten, da sie stets in freyer Luft hängen müssen, daß nicht nach und nach Staub sich darauf setze, wodurch das Gewicht der Luft vermehrt wird, ohne daß die Luft feuchter geworden ist.

Um sich davon gehörig zu überzeugen, nahm Lambert einen kleinen Schwamm, welcher nur 38 Gran berl. Gewicht wog. Er tauchte denselben in Wasser und nachdem er hierauf das Wasser wieder ausgedrückt hatte, fand er ihn 93 Gr. schwer, so daß er also 55 Gr. Feuchtigkeit mehr hatte, als da er trocken war. Es geschah solches d: 19 Dec. 1768 um $3\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags. Er hieng ihn an eine Wage, damit

 er

selbst hinein, um die gehörigen Beobachtungen anzustellen, hielt sich jedoch nie lange darin auf. So stellte er vom 22ten October bis zum 7ten Nov. 1768 Beobachtungen an.

L. hat eine krumme Linie verzeichnet, und darauf den Gang der 3 Hygrometer während dieser Zeit getragen. Die Tage sind auf der Linie der Abscissen angemerkt und die Ordinaten zeigen die Winkel von 30 zu 30 Graden an. Man sieht aus diesen krummen Linien sehr leicht, daß sie eine Art von Parallelismus beobachten, da sie sich zu gleicher Zeit und auf eine sehr ähnliche Weise der Linie der Abscissen nähern und von derselben entfernen.

Lambert wählte diese Jahreszeit zu seinen Beobachtungen, weil bey Annäherung des Winters die Veränderungen der Feuchtigkeit sehr beträchtlich und merklich sind. Den 28ten October und 4ten November öffnete er das Fenster, um der feuchten äussern Luft einen freyen Zugang zu lassen, die auch sehr merklich war. Besonders war dies d. 4ten Novemb. der Fall. Zwey Tage hernach wurde alles wieder ganz trocken und die Hygrometer gingen beinahe zusehens fort bis zu den äussersten Graden der Trockenheit, da es sehr heiter Wetter war.

Die Veränderung an den Hygrometern selbst war folgende:

	A	B	C
4 Nov. um 9 Uhr Abends	IV : 50	IX : 30	IX : 0
7 Nov. um 4 Uhr Abends	XII : 25	I : 42	III : 25
Folglich die Veränderung	V : 35	IV : 12	VI : 25
Welches in Graden macht	167½	126	192½

Nun

Nun ist an den Hygrometern

	A	B	C
die Länge der Saiten	12	14	23
das Verzeichnis der Diameter	12	19	19
Wenn man also die Länge durch den Diameter dividirt, so kömmt heraus	1,00	0,74	1,21.

Diese Zahlen sollen zum wenigsten ohngefähr in einem Verhältniß mit den beobachteten Veränderungen stehen. – – $167\frac{1}{2}$ — 126 — $192\frac{1}{2}$.

Nun aber ist

$$167\tfrac{1}{2} : 100 = 126 : 75\tfrac{1}{4}$$

welches genau genug übereinkömmt mit 0,74.

Hernach ist

$$167\tfrac{1}{2} : 100 = 192\tfrac{1}{2} : 115,$$

welches noch mehr von 121 abweicht. Der Unterschied, ob er gleich gar nicht groß ist, kann sehr leicht von dem verschiedenen Stande der Instrumente und besonders von der verschiedenen Geschwindigkeit herrühren, mit welcher sich die Nadeln herumdrehten. Denn es ist möglich, daß die äussere Luft in Ansehung ihrer Feuchtigkeit eine Veränderung erlitten hat, ehe sich der Hygrometer nach der Beschaffenheit derselben hat herumdrehen können. Es kann auch seyn, daß Lambert, ob er gleich die Hygrometer täglich mehr als einmal beobachtet, den rechten Augenblick nicht getroffen hat, wo ein jeder derselben am weitesten vor oder hinter sich gerückt ist. Dieser letzte Umstand aber kann leicht ersetzt werden, wenn man die Summe der vornehmsten Veränderungen nimmt, welche für die Hygrometer

sehr an sich zu ziehen, so daß es nach den Beobachtungen Gouldes in 57 Tagen zehnmal schwerer wurde, als es anfänglich war. Aber schon das Rauchen dieses Oehls zeigt an, wie sehr es ausdünste und daß folglich ihre Kraft und Gewicht von keiner Dauer seyn könne.

Weil sich das Holz in der Feuchtigkeit seiner Breite nach ausdehnt, in der Trockenheit aber zusammenzieht, gerieth man auf den Gedanken, hieraus hauptsächlich aus Tannenholze Hygrometer zu verfertigen, die man durch ein angebrachtes Räderwerk sehr empfindlich zu machen suchte. Jedoch hat man sich derselben sehr wenig bedient und dies wohl aus folgenden Gründen, 1. das Holz geht in der Annehmung, mehr aber noch in der Weglassung der Feuchtigkeit sehr langsam zu Werke. 2. Nur frisches Holz besitzt diese Eigenschaft in einem ziemlich hohen Grade; folglich können diese Hygrometer von keiner Dauer seyn. 3. Das Räderwerk macht ihrer Reibung halber, die Beobachtungen sehr unsicher und endlich 4. da die Beschaffenheit, das Alter, die Länge, Dicke des Holzes, und eine Menge anderer Umstände sogleich merkliche Veränderungen verursachen; so ist sehr schwer und kaum möglich, eine Uebereinstimmung zu erhalten.

Die Florentiner Akademie bediente sich eines Hygrometers, welches auf folgende Art verfertigt war. Sie füllte ein gläsernes Geschirr, welches die Gestalt eines umgekehrten Kegels hatte, mit Eis oder Schnee. Da die Luft ihre Feuchtigkeit auswendig ansetzte und das Wasser herabzufliessen anfing, floß dieses in ein unterhalb gestelltes Gefäß, und wurde sorgfältig gemessen.

Ich finde nicht, daß diese Akademie hierin Nachfolger gehabt habe; ich glaube aus folgenden und noch meh-

mehrern Ursachen. 1. Wer ist immer mit Eis und Schnee versehen? 2. Der verschiedene Grad der Kälte, welche Eis und Schnee haben und durch die Zeit der Beobachtung behalten, können grosse Verschiedenheiten verursachen. 3. Es kommt noch mehr auf die Wärme der Luft und alle Veränderungen derselben an. Auch das beste Thermometer ist zu langsam in seinen Bewegungen, um alle die vorigen und diese Veränderungen geschwind genug anzuzeigen. 4. Jede Fette, die sich an das Glas anhängt, geht verlohren und kömmt nicht in die Rechnung. Mehr sagt davon Muschenbröck. S. d. Tentamina experimentorum natural. captorum in acad. del Cimento ex edit. Petri *van Muschenbroek.* (Lugd. Bat. 1731. 4.)

Der berühmte Abt Fontana verfiel auf eine mit dem Eishygrometer ziemlich übereinkommendes Hygrometer. Statt des komischen mit Schnee oder geschabtem Eis gefüllten Glas nam er eine polirte Glasplatte von bekanntem Gewicht, erkaltete sie bis auf einen gewissen Grad und setzte sie so eine bestimmte Zeit lang der freyen Luft aus. Da ihm nun das Gewicht der trocknen Tafel genau bekannt war; so konnte er leicht aus der Vermehrung dieses Gewichts den Grad der Luftfeuchtigkeit oder die Menge der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit messen. S. Saggio del Real Gabinetto di Firenze. pag. 19.)

Le Roy nam (Mémoir. de l'Acad. Roy. des sc. de Paris 1751.) ein Glas mit Wasser, von der nämlichen Temperatur als die freye Luft, ließ es ganz langsam erkälten durch nach und nach zugegossenes eiskaltes Wasser, bemerkte den Grad der Kälte, bey welchem das Glas an der äussern Fläche trüb zu werden oder zu schwitzen anfing und schloß aus der Grösse dieses Grads

auf

auf die Menge von Feuchtigkeit, welche die Luft bey ihrer eigentlichen Temperatur enthielt. Alle diese Methoden aber waren zur Bestimmung der Feuchtigkeit in verschlossenen Gefäßen unbrauchbar, fanden auch nicht statt, wenn die Temperatur der Luft unter dem Eispunkte war und ausserdem konnte das Schwitzen des Glases durch Fettigkeit und andere zufällige Umstände verhindert werden. Es gingen daher die neuern Physiker wiederum auf jenen ersten Weg zurück, wo die Feuchtigkeit durch ihre unmittelbare Wirkungen gemessen ward; besonders Lambert, Smeaton und andere.

Besonders aber fühlten die berühmten Physiker unserer Tage Hr. de Lüc und Hr. de Saussure bey ihren eifrigen Untersuchungen über die Luft das Bedürfniß, bessere Maasse der Feuchtigkeit zu haben, sehr lebhaft. Letzterer hatte sich anfangs statt des Eiswassers, welches zu schwer allezeit zu bekommen ist, des zu Pulver gestossenen Salmiaks bedient. War die Luft nicht sehr trocken; so bekam er eine genugsame Kälte, um das Glas mit Thau zu überziehen. Dieser Thau aber fing nicht immer bey dem nämlichen Grade der Kälte zu erscheinen an, obgleich in der Luft keine Veränderung indessen vorging, und dann war auch bey einer kalten aber sehr trocknen Luft mit dieser Hygrometerart nichts zu versuchen. Er erfand daher das unter seinem Namen bekannte Haarhygrometer, welches in vielen Stücken alle bisher noch erfundene übertraf. Dagegen brachte Hr. de Lüc endlich ein Hygrometer von Elfenbein zu Stande, welches sich mit andern ähnlichen vergleichen lies und ebenfalls beträchtliche Vorzüge hatte. So wurden durch die scharfsinnigen Untersuchungen dieser beiden treflichen Physiker zuerst feste Grund-

Grundsätze in die Hygrologie und Hygrometrie eingeführt.

Wir wollen jetzt die vornehmsten Erfindungen in diesem Theil der Naturlehre in chronologischer Ordnung etwas ausführlicher durchgehn und zugleich eine vollständige Beschreibung der vorzüglichsten Hygrometer, deren man sich von ihrer Erfindung an bis auf gegenwärtige Zeiten bedient hat, mittheilen. Wir fangen mit Hautefeuille's Hygrometer an.

Hautefeuille.

Die Erfahrung, daß auch das Holz die Feuchtigkeiten an sich zieht, wenn das Wetter feucht wird, und wieder austrocknet, wenn das Wetter trocken wird und alsdann nur eine Veränderung nach der Breite, keinesweges aber nach der Länge leidet, brachte Hautefeuille auf die Erfindung eines neuen Hygrometers e).

Die Konstruktion desselben ist folgende: Man verfertigt aus Eichenholz zwey viereckichte Leisten AB, CD, die von der einen Seite in der Mitte ausgehöhlt werden, soviel als die Dicke der Breter erfordert, die hineinkommen. Man befestigt zwey tannene Breter von gleicher Höhe und Breite AEFC und GDBH von einer so grossen Dicke, daß sie sich ohne einigen Anstoß hin und wieder bewegen lassen. Die Breter werden mit hölzernen Nägeln in A, B, D und C befestigt und mitten wird ein kleiner Raum EHGF frey gelassen. In I macht man ein ausgezähntes Blech von Meßing IK fest und in L ein kleines Rad, welches um seinen Mittelpunkt beweglich ist und mit seinen Zähnen in das

e) Pendule perpetuelle. Paris 1678. 4.

das gezähnte Blech IK eingreift. Von der andern Seite wird aus dem Mittelpunkte der Axe, daran das Rad L befestigt ist, ein Zirkel beschrieben und in so viele Grade eingetheilt, als einem beliebt. An die Axe wird ein Zeiger angebracht, der sich mit dem Rad zugleich herumdreht und auf dem getheilten Kreise die Gráde der Drehung angiebt.

Denn wird nun das Wetter feucht, so schwellen die Breter nach der Breite auf und es kommen die beiden Enden EF und GH näher zusammen. Da nun dieses nicht geschehen kann, ohne daß das Rad L von dem gezähnten Bleche IK bewegt wird; so wird auch von der andern Seite der Zeiger herumgetrieben und er weist durch die Anzahl der Grade, ob die Breter viel oder wenig näher zu einander kommen, als sie vorher gewesen und folglich, ob die Luft viel feuchter geworden sey oder nicht. Wird hingegen das Wetter trockner; so gehn die beiden Ende EF und GH wieder weiter von einander, und da dieses wiederum nicht geschehen kann, ohne daß das Rad L von dem gezähnten Blech IK bewegt wird; so geht auch von der andern Seite der Zeiger zurück und zeigt durch die Anzahl der Grade, ob die Breter viel oder wenig von einander gegangen, folglich, ob sie und die Luft sehr trokken geworden sind.

Sturm hat nachher dieses Hygrometer nachgemacht, und ausführlich beschrieben f).

Teuber.

Die von Hautefeuille angegebene Art von Hygrometern bestrebte sich M. Teuber ein sehr geübter Mechaniker, ehemaliger Hofprediger in Zeitz, vollkommener

f) Colleg. experiment. & curios. P. 2. Tent. XIII. p. 225 u. f.

mener zu machen, als sie in der That verdienten g). Denn die Erfahrung lehrt, daß das Tanyenholz mit der Zeit ganz und gar austrocknet und alsdann weder Feuchtigkeit mehr annimmt noch durch dieselbe die geringste Veränderung erleidet.

Hygroscopia vulgaria, sagt er, quae hactenus videre nobis licuit, hac ratione sunt constructa, ut vel unica revolutione, vel certa tantum arcus parte, vel prorsus incerta graduum distinctione absolvantur. Hinc, quia neque instituto satisfacere, neque mutationi aëris exacte respondere viderentur, nobis de perfectiori structura sollicitis, motus spiralis et cochlealis in mentem venit; qui etiam ex voto cessit.

Fecimus enim primo simplex quoddam, hoc est, ex unico asserculo abietino constans hygrometrum, indice helicem seu lineam spiralem describente, praeditum, quod insensibilem alias aëris mutationem per aliquot annos nobis exactissime monstravit. Formam ejus repraesentat Fig. V. Hoc simplicioris structurae Hygrometrum, nupera meditatione non infeliciter monstrandi, virtute adhuc augere aggressi sumus. Nam unius loco sumendi sunt quatuor asserculi abietini, paratisque subscudibus sulcatis ab, cd, ef, gh, ut exhibet Fig. VI. in crenas ab etc. decenter inserantur tam capaces, ut occupante humiditate poros asserculorum iklm, libera tamen sui motione sursum deorsum gaudeant. Primus asserculorum Fig. IX. in supremam partem firmiter infigatur, ut humiditate crescente incrementum exinde proveniens inferiorem ver-

addi-

g) Nov. genus hygrometri, minutissimas aëris mutationes duplici modo ostendens inventum a M. Gothofr. Teubero in den Act. Erud. Lips. 1687. Febr. p. 76-78.

ſus partem o detrudat, cui ſcapus volubilis pq. Fig. VI. additus ex altera parte r, elevabit aſſerculum m ſecundum, qui, dum ſupra infixum ſcapum f elevat, alterum hujus crus t tertium aſſerculum k deprimet, et iterum huic adjunctus ſcapus ux, dum deſcendit parte u, ex altera ſui parte x quartum aſſerculum i in altum protrudet, cui affixa firmiter regula dentata yz in ſuperiorem ciſtulam CDEF porrecta, dentibus ſuis circumvolvit rotulam γ, quae grandiorem ſibi vicinam δ habet, grandior δ circumducit aliam ſuperiorem ε, cum concavo cylindro ſuo ζ, circa alium immobilem cylindrum ι, concavo ζ inditum mobili ut Fig. VII et VIII. docet. Exterior autem cylindrus ζ in anteriore parte ſexangulari $\varkappa$ inciſus eſt, ad dimidiam fere ſui craſſitiem, ut interioris immobilis cylindri ι dentes λ, appoſiti, interque duas lamellas $\mu\nu$, ſulcum ξ, quanta eſt latitudo et craſſities indicis o, habentes) concluſi indicis o, congruentes inciſuras $\pi\varrho$ comprehendere, et ita vi cylindri mobilis ζ, et laminarum $\mu\nu$, cochleis +Δ combinatarum circumductum, mox longiori, mox breviori diſtantia a centro propellant, et ſic ductus illos ſpirales Fig. V. exhibeant. Cum enim index o loco moveri nequeat, et tamen circumvolvatur, neceſſario immobilis cylindri ι dentes λ comprehendent nunc hos, mox alios indicis o dentes $\pi\varrho$, et ita leni motu intra ſulcos ξ huc illuc trahent. In quo etiam totum conſiſtit artificium, cum alias motus circularis ſimplex unica revolutione omnia monſtrare debeat, plures enim, dum idem principium repetit, diſtincte animadvertere non licet. Sic igitur gyratione indicis o, viciſſitudines aëris qua humiditatem ſiccitatemque pateſiunt. Nota, quo facillimo negotio ex hujus indicis ſtructura, circinus, ad deſcribendas lineas ſpirales ſeu helices, aptus efformari poſſit, non eſt, quod prolixius hic deſcribamus. Ac-

Accedit et alia meditatio, aliusque modus explorandi ascensione descensioneve, ut Fig. IX et X. monstrat. Nempe rotula illa γ innexa lineae dentatae γz, ex altera quoque parte annexam habet vicinam rotulam σ coronatam (vulgo Kronrad,) quae secum circumvolvit rotulam Ψ, foramen quadratum A habentem, in quo linea est oblonga quadrata Gv facile in eo foramine A mobilis, superiore parte X cochleata, inque matrice sua B congruente disposita. Quando ergo circumvolvitur rotula Ψ, secum necessario circumducit lineam hanc quadratam Gv, illa autem a matrice sua B pro ratione motus, mox in altum, mox profundum trahetur: huic igitur, si orbiculum ω imposueris, ut Fig. IX monstrat, collocaverisque homunculum φ indice, digito vel virga, circumductio ejus in vitro ILHK gradus convenientes in linea spirali monstrabit, quae distantiam HK vel IL a semet eam servabit, quae est inter cochleae X ductus. Poterunt autem ad tegendum artificium, tum infra σr, tum superius $\alpha\sigma$ & MN apponi asserculi alii, ut cistulae MN σr oblongae figuram totum Hygrometrum referat, uti Fig. X monstrat. Sic vel levissimas aëris mutationes patefactum iri non immerito, experientia hactenus edocti, putamus.

Teuber setzte im folgenden Jahre seine Untersuchungen zur Vervollkommung des Hygrometers fort und erfand eine zweyte Art Hygrometer, die er auf die folgende Art beschreibt [h]).

Multi sane laboris atque diligentis observationis immo non exiguae difficultatis res est, in Hygroscopio

h) Acus Hygrometra seu siccitatis et humoris in aëre index in den Act. Erud. 1688. Mens. April. p. 179-181.

pio ex corda seu funiculo constante, eandem invenire chordae longitudinem, quae inter extremos siccitatis et humiditatis aëris gradus unicam praecise admittat revolutionem; in longitudine enim determinata totum hoc consistit artificium, et absq. illa luditur opus. Huic mederi hac ratione annixi sumus; suspendimus Fig. XI in tubo AB undique perforato, quo liber aëri pateat transitus (loco tubi, imprimis, ab orbiculo Rs usque ad A, sufficiunt etiam duo fulcra) ex unco C verticilli D, superiori parti tubi A inserti, chordam testudinis subtiliorem CE (citra ullum respectum ad longitudinem ejus et numerum revolutionum) una extremitate C firmam; alteri seu inferiori, extra tubum AB prominenti E, appendimus orbiculum plumbeum FEG versatilem, pondere suo longitudini et crassitiei chordae bene proportionatam, ipsique superimposuimus acum HIK, brachiis quidem inaequalibus, longiori nempe HI. et breviori IK gaudentem, ast bene libratam et circa palus I. in fulcimento IT mobilem. Tubus AB circa finem B habeat cochleam eburneam, striis admodum profundis BE instructam, necesse est; huic ita applicavimus acum HIK, ut gyrante chorda una cum appenso orbiculo plumbeo FEG, cui firmiter innititur sustentacula acus IF brevius brachium IK semper maneat in striis cochleae H levissimoq; tactu pro ratione motus vel attollatur vel deprimatur, simulque longiori brachio HI. describat lineas spirales, quae in charta aut vitro, totam machinam ambienti LMNO et mediatibus columnis PM, QO ad orbiculum RS tubo AB contiguum affixo, notatae inque gradus divisae vice tabulae funguntur, ubi singulos mutationis aëris gradus, ab acu HK tanquam indice notatos, observare licet. Ad tegendum artificium orbiculus FEG et cochlea BE induantur

aut

aut globo BFTG. aut alia quadam figura bene librata et facile circa tubum AB, absque ejus tractu, mobili aut etiam forma aviculae chartaceae volantis, e cujus nostro acus cuspis H gradus monstrans, libere prominent. Ornamenti loco tubo AB conum concavum itidem perforatum UWX, inque orbem RS. cochleis ad R et S. firmatum imposuimus.

Rebus ita paratis et decenter adaptatis priusquam Hygroscopium vel suspendatur vel perpendiculariter ponatur, in loco aliquo vel die bene temperato, ope verticilli D dirigenda acus cuspis H in lineam punctis notatam YZ. et quidem in punctum interfectionis Zz o signatum, ubi haec linea YZ spiralem interfecat. Et si externa amplius in motum, propriae ac internae tantum motioni, a qualitate aëris provenienti, reliquatur Hygroscopium. Linea YZ tabulam LMNO, in duas aequales dividit partes, notatque quando in ea cuspis acus H, circa punctum Z versatur, aërem optime temperatum, humidum, inferiores, sic cum fero superiores gradus denotant. Hinc a puncto Z, utrinque et siccitatis et humiditatis gradus numerantur.

Chorda CE in nostro Hygrometro sesqui pedem longa, quinque circiter admittet revolutiones, ejusque motus seu sensus adeo subtilis est, ut levissimo halitu statim retorqueatur, imo simulac musaeum nostrum (et cujus laqueari illud suppendimus, sub Fig. XII.) intramus cumque aliquo collocutionibus, etiam brevissimis, vacamus, saepissime per aliquot retrocedere gradus, nobis compertum est. Fig. XI. repraesentat Hygroscopium a vertice usque ad calcem majoris evidentiae causa, bifariam sectum, Fig. XII. vero totum, prouti suspensum illud tenemus.

Restat adhuc alia Hygroscopii fabrica, ubi duae incunculae, quarum altera humiditatis, altera siccitatis nomen subit, ascendendo atq. descendendo, et incrementum et decrementum utriusq; qualitatis aëris apprime et quidem simul indicant, quam in aliud reservamus tempus. Interim cum apud Lichtscheidium, Amicum nostrum conspexerimus genus quoddam Hygrometri, et Structura facili et effectu aestimabili, id hic delineatum, exhibere cum ipsius descriptione non incommodum duximus.

Ferd. Lichtscheid.

Dieser erfand ein Hygrometer, wobey seine Absicht gleichfalls dahin ging, der Seite einige Revolutionen zu überlassen [i]). Mit demselben kommt dasjenige in den meisten Stücken überein, welches Leupold 30 Jahr vorher, ehe ihm jenes bekannt geworden war, ersonnen hatte.

Cum diu ante publicatum Hygrometron suum sind seine Worte (quod in actis A. 1687 mensis Febr. conspic.) amicus integerrimus *Teuberus* meus, ejus structuram mihi monstrasset, ego felicissimo invento applaudens exinde cogitare coepi de aliquali augmento illorum Hygrometrorum, quae ex chordis confici solent; veteri instrumento novam nec inutilem accessionem applicaturus; simplicitate enim se commendat oculis, sed plerumque defectus adhaeret iis, ut unica revolutione absolvi necesse habeant, nam pluralitas gyrorum confusionem pariti cum posterior a priore destingui nequeat,

i) Nova accessio ad Hygrometron ex chorda confici solitum auctore *Ferdinando Helfrico Lichtscheidio* Würmla-Austriaco in den Actis Erud. 1788. M. April. p. 181-184.

queat, hinc et inventum novum hygroscopium Guilielmi Molineux, in Actorum 1686. Augusto conspicuum, unicam gyrationem praecise requirit (p. 390.) pluribus confusioni occasionem praebituram. Haec eadem lex regnat in conficiendis, apud nescios tantam admirationem excitantibus viruneulis hygrometricis cylindro vitreo inclusis, digitoque puncta circum notata monstrantibus, qui si girum plus una vice absolvant, perit et fallit artificium. Si vero uno saltem circulo absolvendo aptetur corda, brevis ea nimis evadit; et quod maximum, leves aëris mutationes non adeo conspicuae fiunt. Utrique defectui Hygrometron hic expositum forsan medetur, cum et hactenus habita experimenta primam spem firmarint. Sumsi chordam tenuem, ex iis quae longo musicorum usu, oleo inductam pinguedinem expulerant, longitudinis cujuscumque, vel ultra pedem nihil enim interest. Ponderis loco appendi orbem ex stanno fusum (ut superficiem circularem abc (quam horizontalem ob situm nomino) transcenderet cylindrus, de, circiter digitum altus, sed crassitiei exiguae e. g. vix dimidii digiti. Infra horizontalem superficiem abc, circulus perpendicularis af, cg, (etiam ob situm sic dictus) descendat, cujus circumferentiam totam in partes praecise centum divido.

Jam in medio cylindri seu centro orbis e Fig. XIV. affigatur firmiter chordae eh, ut ea gyrata simul appensus vertatur orbis, quem hinc inde cera interius in circulo perpendiculari af, cg, apposita librari decet, ne una pars alteri praeponderet. Jam in cistulam iklm longo collo op praeditam, ne fundum attingat orbis, chorda superius annexa, immisi; foraminibus tamen variis pertusum collum, aërem permeare libere sinit. Huc ab anteriori parte crena qr. instructum est, ut in

ea libere ascendere, descendereque possit pondus S, exiguae gravitatis, indicans multitudinem gyrorum. Nam circa cylindrum orbis de (in cujus summitate praeminentia quaedam relinquenda est.) aliquoties circumponitur capillus muliebris longissimus, aut duo connexi, ita ut una extremitas per aperculi foramen t, in quod vel trochlea exigua vel simplex filum orichalcium aut chalybium constituatur, exeat ad summitatem colli p, ubi trochleae parvae aut filo incumbens a pondere exiguo s, in crena tendatur magis, quam multum trahatur, quod item ex apposita parte cum altera extremitate capilli eodem modo fieri debet, ne scilicet ex una parte, exiguum licet pondus orbem vertat ultra situm, ex aëris solius qualitate oriturum, quod altero aequali contrapondio u. cavetur. Jam ex cylindri ante notata diametro ejus circumferentia in lineam rectam per mechanismos notos, aut aritmeticam proportionem 7 ad 22. vertatur, et ea longitudine gx (quam lineam circumvolutionis appellare liceat) ab infima colli parte, qua aperculo immititur, inchoetur, totiesque in lateribus crenae qr. (ascripto ubivis competente numero 1, 2, 3. etc. principium primae, quae in ipsa commissura est O seu Zifra designaverit) notetur, quoties illius altitudo permittit; constituaturque hoc modo in conspectu sit principium graduum orbis et initium aliquod lineae circumvolutionis (circiter medium colli, ut et ascensui et descensui spatium suppetat) ita fiet, ut versa aëris impulsu chorda, vertatur orbis simul, secumque aliquoties (sed non confuse, ne evolutio impediatur) circumvolutum capillum volvat, qui sibi appensum pondus s elevabit vel deprimet, pro ratione aëris, et quidem, si orbis, cujus primus gradus per indicem in appertura fixum y, monstratur, et pondus quod initium lineae circumvolutionis monstrat

(qui

(qui situs in ipsa constructione facile fieri potest.) ille vertatur hoc elevetur, absolvat orbis 50 gradus, pondus dimidiam quoque lineam circumvolutionis absolvit, sin orbis 100 gradus, adeoque totum se verterit, pondus quoque totam ejusmodi lineam absolvit. Sic secundum tertiumque &c. verso orbe, pondus queq, duasq. &c. lineas in collo signatas peragrabit, et cum una ejusmodi linea aequivaleat 100 gradibus in orbe signatis, facili numero colliguntur gradus, cum saltem quot lineas ascenderit pondus in collo videndum sit, intermedios autem gradus index in appertura praecise monstret, ut itaque hoc modo non necesse sit elevationem ponderis seorsim, seorsimque gradus orbis pronunciare sed simul, e. g. pondere ultra lineam 4. signatam elevato, indiceque 30 gradum monstrante, statim 430 gradum nunc monstrari, determinare liceat.

Amontons.

In einem Briefe an Herrn Regis k) giebt er eine Beschreibung eines Hygrometers, das er der Akademie der Wissenschaften zu Paris übergeben hatte.

Voicy la nouvelle maniere, sagt er daselbst, de construire l'Hydrometre, que j'inventai l'année dernière, et que je prèsentai au mois d'Acut à Messieurs de l'Academie Royale de Sciences, qui la reçurent d'une maniere fort obligeante. Je vous l'adresse pour vous prier de l'inserer dans votre journal. „ La XV figure réprèsente l'Hydrometre conformément à çelui que je fis porter à l'Academie. La XVI le réprèsente en l'état auquel je l'ai réduit depuis, et où apparement il

k) Journ. des sçavans pour l'année MDCLXXXVIII. Mars. Edit. Holland. Tom. XV. p. 403 - 407.

aus die Menge von Feuchtigkeit, welche die Luft bey ihrer eigentlichen Temperatur enthielt. Alle diese Methoden aber waren zur Bestimmung der Feuchtigkeit in verschlossenen Gefässen unbrauchbar, fanden auch nicht statt, wenn die Temperatur der Luft unter dem Eispunkte war und ausserdem konnte das Schwitzen des Glases durch Fettigkeit und andere zufällige Umstände verhindert werden. Es gingen daher die neuern Physiker wiederum auf jenen ersten Weg zurück, wo die Feuchtigkeit durch ihre unmittelbare Wirkungen gemessen ward; besonders Lambert, Smeaton und andere.

Besonders aber fühlten die berühmten Physiker unserer Tage Hr. de Lüc und Hr. de Saussure bey ihren eifrigen Untersuchungen über die Luft das Bedürfniß, bessere Maasse der Feuchtigkeit zu haben, sehr lebhaft. Letzterer hatte sich anfangs statt des Eiswassers, welches zu schwer allezeit zu bekommen ist, des zu Pulver gestossenen Salmiaks bedient. War die Luft nicht sehr trocken; so bekam er eine genugsame Kälte, um das Glas mit Thau zu überziehen. Dieser Thau aber fing nicht immer bey dem nämlichen Grade der Kälte zu erscheinen an, obgleich in der Luft keine Veränderung indessen vorging, und dann war auch bey einer kalten aber sehr trocknen Luft mit dieser Hygrometerart nichts zu versuchen. Er erfand daher das unter seinem Namen bekannte Haarhygrometer, welches in vielen Stücken alle bisher noch erfundene übertraf. Dagegen brachte Hr. de Lüc endlich ein Hygrometer von Elfenbein zu Stande, welches sich mit andern ähnlichen vergleichen lies und ebenfalls beträchtliche Vorzüge hatte. So wurden durch die scharfsinnigen Untersuchungen dieser beiden treflichen Physiker zuerst feste

Grund-

Grundsätze in die Hygrologie und Hygrometrie eingeführt.

Wir wollen jetzt die vornehmsten Erfindungen in diesem Theil der Naturlehre in chronologischer Ordnung etwas ausführlicher durchgehn und zugleich eine vollständige Beschreibung der vorzüglichsten Hygrometer, deren man sich von ihrer Erfindung an bis auf gegenwärtige Zeiten bedient hat, mittheilen. Wir fangen mit Hautefeuille's Hygrometer an.

Hautefeuille.

Die Erfahrung, daß auch das Holz die Feuchtigkeiten an sich zieht, wenn das Wetter feucht wird, und wieder austrocknet, wenn das Wetter trocken wird und alsdann nur eine Veränderung nach der Breite, keinesweges aber nach der Länge leidet, brachte Hautefeuille auf die Erfindung eines neuen Hygrometers *).

Die Konstruktion desselben ist folgende: Man verfertigt aus Eichenholz zwey viereckichte Leisten AB, CD, die von der einen Seite in der Mitte ausgehöhlt werden, soviel als die Dicke der Breter erfordert, die hineinkommen. Man befestigt zwey tannene Breter von gleicher Höhe und Breite AEFC und GDBH von einer so grossen Dicke, daß sie sich ohne einigen Anstoß hin und wieder bewegen lassen. Die Breter werden mit hölzernen Nägeln in A, B, D und C befestigt und mitten wird ein kleiner Raum EHGF frey gelassen. In I macht man ein ausgezähntes Blech von Messing IK fest und in L ein kleines Rad, welches um seinen Mittelpunkt beweglich ist und mit seinen Zähnen in das

*) Pendule perpetuelle. Paris 1678. 4.

das gezähnte Blech IK eingreift. Von der andern Seite wird aus dem Mittelpunkte der Axe, daran das Rad L befestigt ist, ein Zirkel beschrieben und in so viele Grade eingetheilt, als einem beliebt. An die Axe wird ein Zeiger angebracht, der sich mit dem Rad zugleich herumdreht und auf dem getheilten Kreise die Grade der Drehung angiebt.

Denn wird nun das Wetter feucht, so schwellen die Breter nach der Breite auf und es kommen die beiden Enden EF und GH näher zusammen. Da nun dieses nicht geschehen kann, ohne daß das Rad L von dem gezähnten Bleche IK bewegt wird; so wird auch von der andern Seite der Zeiger herumgetrieben und er weist durch die Anzahl der Grade, ob die Breter viel oder wenig näher zu einander kommen, als sie vorher gewesen und folglich, ob die Luft viel feuchter geworden sey oder nicht. Wird hingegen das Wetter trockner; so gehn die beiden Ende EF und GH wieder weiter von einander, und da dieses wiederum nicht geschehen kann, ohne daß das Rad L von dem gezähnten Blech IK bewegt wird; so geht auch von der andern Seite der Zeiger zurück und zeigt durch die Anzahl der Grade, ob die Breter viel oder wenig von einander gegangen, folglich, ob sie und die Luft sehr trokken geworden sind.

Sturm hat nachher dieses Hygrometer nachgemacht, und ausführlich beschrieben f).

Teuber.

Die von Hautefeuille angegebene Art von Hygrometern bestrebte sich M. Teuber ein sehr geübter Mechaniker, ehemaliger Hofprediger in Zeitz, vollkommener

f) Colleg. experiment. & curios. P. 2. Tent. XIII. p. 225 u. f.

mener zu machen, als sie in der That verdienten g). Denn die Erfahrung lehrt, daß das Tannenholz mit der Zeit ganz und gar austrocknet und alsdann weder Feuchtigkeit mehr annimmt noch durch dieselbe die geringste Veränderung erleidet.

Hygroscopia vulgaria, sagt er, quae hactenus videre nobis licuit, hac ratione sunt constructa, ut, vel unica revolutione, vel certa tantum arcus parte, vel prorsus incerta graduum distinctione absolvantur. Hinc, quia neque instituto satisfacere, neque mutationi aëris exacte respondere viderentur, nobis de perfectiori structura sollicitis, motus spiralis et cochlealis in mentem venit; qui etiam ex voto cessit.

Fecimus enim primo simplex quoddam, hoc est, ex unico asserculo abietino constans hygrometrum, indice helicem seu lineam spiralem describente, praeditum, quod insensibilem alias aëris mutationem per aliquot annos nobis exactissime monstravit. Formam ejus repraesentat Fig. V. Hoc simplicioris structurae Hygrometrum, nupera meditatione non infeliciter monstrandi, virtute adhuc augere aggressi sumus. Nam unius loco sumendi sunt quatuor asserculi abietini, paratisque subscudibus sulcatis ab, ed, ef, gh, ut exhibet Fig. VI. in crenas ab etc. decenter inserantur tam capaces, ut occupante humiditate poros asserculorum iklm, libera tamen sui motione sursum deorsum gaudeant. Primus asserculorum Fig. IX. in supremam partem firmiter infigatur, ut humiditate crescente incrementum exinde proveniens inferiorem ver-

addi-

g) Nov. genus hygrometri, minutissimas aëris mutationes duplici modo ostendens inventum a M. *Gothofr. Teubero* in den Act. Erud. Lips. 1687. Febr. p. 76-78.

Hr. Dr. Pincker, welcher den Aufsatz über dieses Hygrometer aus den Englischen Transaktionen in den Actis Eruditorum mittheilt, fügt die Erinnerung hinzu, daß diese Erfindung nicht ganz neu sey. Noluimus hic diffiteri, sagt er, hygroscopium huic non absimile jam ante hoc decennium Dresdae a nobis visum esse, portatile tamen et compendiosiori forma extructum. Nimirum ex umbonis quatuor columellis innixi centro propendebat chorda tenuis saltem, suspensum tenens globulum deauratum, coronatum limbo circulari in gradus distincto; ex una vero columellarum prominebat index setaceus, gradus in limbo demonstrans, prout himutata aëris constitutione cum globulo, aut progressum faciebant, aut regrediebantur. Ac tum quidem rem, non sine admiratione adspeximus, maxime quod celato, ut fieri solet, artificio fabricator perhibuerat, globulum singulari arte praeparatum ac virtute sympathetica instructum esse; quamobrem etiam machinulam tam magno satis pretio emtori suo obtruserat.

Auch Sturm hat schon ein ähnliches Hygroskop zu verfertigen gelehrt. Er beschreibt es auf folgende Art [n]: Constat ex orbiculo ligneo dimidium circiter pedem lato ac unum praeter propter digitum alto et chorda tenui ejus medio ita sollicite alligata, ut ex hac suspensus ad libellam seu Horizontalem, ut loquuntur, situm se componerent, omnibus ejus partibus exactum servantibus aequilibrium. Orbiculi margo in partes aliquot aequales suis numeris notatas erat divisus, atque hic tandem structurae simplicissimae credebatur usus: suspensum e chorda sua orbiculum, loco quodam tran-

n) Colleg. Experiment. s. Curios. P. I. Tentam. XIV. Phaenom. 2.

tranquillo et externo quidem aëri per aperturas quasdam angustiores, non item ejus flatibus et fluctuationibus, accessum concedente, prout humidior aut siccior esset aër, ita magis minusve gyratum nunc istum nunc alium sui marginis numerum oculo in certo ac fixo loco constituto directe objicere, adeoque si quis frequentius ac sollicitius observet, quo numero conspecto, qualis sit aëris temperies, quis humiditatis aut siccitatis gradus, quae caeli, insequente die vel nocte, tempestas &c. ex istiusmodi crebris observationibus tandem posse formari regulas, secundum quas postmodum vice versa de futura proxime aëris mutatione, ex objecto scilicet hoc aut isto marginis numero, fieri possit judicium.

Neue Wettermaschiene.

Im Jahr 1722 wurde in den Hamburgischen und andern Zeitungen eine sogenannte neue Wetter-Maschine feil gebothen, und dabey gemeldet, daß solche mit dem Futeral, worin das kleine Werk vorhanden ist, nicht grösser als ein Finger lang, und 2 Finger breit wäre, so daß man sie füglich in der äussersten Tasche bey sich tragen könnte; daß diese Maschinen des Sommers Trockene und Regen, des Winters Frost und Thauwetter, auch ob das gute und regnigte Wetter lange anhält, oder bald nachläßt, anzeigten. Ein ander Mahl hieß es. "Erwähnte Maschinen sind wie subtile Balancen anzusehen, daran sonderbare Materien fest gemacht sind, so daß, wenn die geringste Trockenheit oder Feuchtigkeit in der Luft vorhanden, die eine Seite der Balance ordentlich die trockene und feuchte Luft accurat in Graden anzeigt." Man konnte dieselben zu Hamburg in der Schiffergesellschaft von

einem gewissen Astronomen bekommen; das Stück für 1 Mark 2 Schill. Er erboth sich, wenn jemand wäre, der beweisen könnte, daß diese Maschinen nicht den Effect anzeigen, sollte derselbe, falls er es nicht über 8 Tage gehabt, und es unbeschädigt wieder zustellte, das ausgelegte Geld wieder bekommen. Die Beschreibung und der Titel dieser Maschine, erweckte vielen Neugierigen die Begierde, nicht so wohl die Maschine zu sehen und zu besitzen, als vielmehr zu wissen, was doch die eigentliche Materie seyn müsse. Unter andern ließ auch Leupold einige Exemplare zur Untersuchung kommen. Er schrieb davon im Theatr. stat. S. 291. "Ich habe aber zur Zeit doch noch nicht erfahren, daß jemand die rechte Materie gefunden hätte. Das Werkchen an sich selbst ist seiner Figur nach ein Stückchen grau Papier, 4 Z. lang und ¼ Z. breit, und gleicht einem Stückchen grauen Pappe oder starken Papier oder Span, ist aber obenher rauh wie ein zartes wollenes Tuch oder Flockseide, untenher, wo man es mit der Hand fasset, ist es mit etwas Goldpapier eingefaßt, und steckt übrigens in einem papiernen Futeral. Die auf ein Quartblatt gedruckte Nachricht, welche dieser Maschine beygelegt war, lautet also:

Observation der neu erfundenen Wetter-Maschine, welche ganz accurat das Wetter, wie auch die Beschaffenheit der Luft anzeiget. Wie selbiges in der Hand zu halten? Man setzt den Daumen und vordersten Finger auf das angeklebte Papier, hält es in gerader Linie, daß die breite Seite unten und oben ist, wendet es gleich darauf um, bleibt es in gerader Linie, daß es sich nicht beuget, oder im Gegentheil, so es sich beuget, alsdenn so reguliret man sich, wie folget:

Observation des Sommers. Wann die Maschine des Sommers früh Morgens steif ist, solches bedeutet

den

den Tag gut trocken Wetter, es sey die Luft klar oder trübe, und so viel Tage es nach einander gerade und steif bleibet, so viel Tage bedeutet es continuirlich gut Wetter; auch wenn es in beständigen Wetter früh Morgens sich beuget, so bedeutet es ebenfalls gut Wetter, weil die Beugung von dem Morgen-Thau entstehet. Dagegen in unbeständigem Wetter, wenn es denn des Morgens oder Abends sich beuget, solches bedeutet den Tag oder die Nacht darauf Regen.

NB. Unter dem Wort Maschine verstehe ich die als ein Prob-Lacken sich präsentirende Materie.

Zu wissen ob das gute oder regnigte Wetter lange anhält oder bald nachlässet?

Wenn es anfängt zu regnen, welches die Maschine früh Morgens vorher schon anzeiget, weil es sich gebogen hat, und es ist die Maschine im angefangenen und währenden Regen wieder steif, und bleibt über 6. 8 und mehr Stunden also, solches zeiget an, daß es zwar ziemlich regnen wird, doch hält der Regen nicht so lange an, als wenn es mit dem angefangenen Regen schon vorher und in währendem Regen sich beuget, denn ein solcher Regen hält des Sommers viele Tage an.

So die Maschine des Sommers nach dem Regen sich so lange beugen sollte, da doch die Luft schon gemächlich klar sich wieder präsentiret, solches zeiget an, daß ein beständig gut Wetter vorhanden ist, wiewohl die Maschine auch bald darnach wieder gerade und steif wird.

Observation des Winters, zu wissen, wenn der Frost lange anhält.

So die Maschine im Frost-Wetter sich beuget, so frieret es zwar mit feuchter Luft, doch hält ein solcher Frost nicht gar lange an. Wie es denn ebenfalls zu

observiren, daß sich die Maschine beuget, wenn es stark schneien will.

Des Winters, wenn es Tau-Wetter ist, beuget sich die Maschine jederzeit, weil die Luft alsdenn immer feucht ist.

Des Vor-Jahres regulirt sich diese Maschine schon etwas mit nach der Sommer-Observations-Beschreibung.

Wie eigentlich mit dieser Maschine des Sommers umgegangen wird.

NB. Man nimmt diese Maschine aus dem Futteral, und leget es mit dem Papier, darinnen es lieget, vor das Fenster, je besser nun die Luft dazu kommen kann, je accurater zeiget es das Wetter an. Sollte es seyn, daß des Sommers ein Logiament die Maschine etwas mehr trocken, als das regnigte Wetter anzeiget, so leget man es in ein ander Logiament, da die Sonne nicht so viel auf die Fenster scheinen kann, alsdenn lieget es in temperirter Luft, oder man nimmt ein Geschirr, gleich viel, am besten aber ein Glas, welches oben ohngefähr zwey oder 3 Finger lang rund ist, giesset in selbigem ein wenig Wasser, leget auf das Glaß ein Blatt Papier, auf dem Papier die Maschine, zu verstehen ohne Futteral, die als ein Prob-Lacken sich präsentirende Materie, setzet dieses Glas vorm Fenster, in ein Logiament da die Sonne ungehindert darauf scheinen kann, alsdann reguliret man sich nach der Sommer-Observations-Beschreibung.

Es ist zu consideriren, wann die Maschine des Sommers sich etwas zu trocken erzeigen sollte, ist es eine Anzeige, daß in dem Geschirr nicht Wasser genug ist, im Gegentheil, so es die Feuchtigkeit zu stark anzeiget, daß es sich zu viel beuget, ist eine Anzeige, daß über-

flüssig

flüssig Wasser im Geschirr sey, welches leicht zu ändern ist, weil man nur ein wenig Wasser zu- oder ausgiessen darf.

Wie des Winters mit der Maschine umgegangen wird.

Des Winters legt man es ohne Glas vor dem Fenster hin, da die Sonne ungehindert darauf scheinen kann, und wird man sich verwundern müssen, wie accurat diese Maschine sich erzeiget.

Wenn man diese Maschine bey sich träget in der äussersten Tasche, in einem durchlöcherten Futteral, und das in freier Luft, so gehet es auch recht; doch ist die vorerwähnte Manier weit empfindlicher und besser, weil die Luft stärker dazu gelangen kann.

Allemal, wenn man durch die Maschine verlanget zu wissen, was für Wetter werden will, so nimmt man es in die Hand, (wie schon Anfangs erwähnt ist) beuget es sich, oder stehet gerade, als wenn es steif ist, so regulirет man sich nach dieser Observations-Beschreibung, und leget man es vorsichtig im Papier vors Fenster ohne Futteral wieder hin.

Diese curieuse Wetter-Maschine, wie auch die vor vielen Jahren erfundene Wetter-Gläser, ob sie zwar was Gegenwärtiges und Zukünftiges von der Luft und Wetter-Veränderungen anzeigen, so sind solche Prognosticanten mit gutem Gewissen, Plaisir und Nutzen zu gebrauchen, dagegen künftige Begebenheiten und Zufälle aus der Constellation des Himmels zu prognosticiren, habe, ohne Ruhm zu melden, so gut untersuchet, als es ehemals einer gethan hat, befinde aber, daß es ohne Verletzung des Gewissens nicht abgehe, derowegen ich von solchen sündlichen Sachen nichts halte.

Wie man diese Maschine lange gut behalten kann. Wann man es vor Wasser und Regen in Acht nimmt, denn es ist diese sonderbare Materie dem Wasser sehr entgegen, daß, wenn man selbige ins Wasser tauchet, und darauf wieder herausziehet, es alsdann zerschmelzet.

Auch muß die Materie nicht mit Fingern angefasset werden, alsdenn kann man es viele Jahre brauchen. Diese Materie verliehret ganz und gar keine Kraft, sondern sie bleibet immer beständig und gut.

"Aus dem Effect, den es thun soll", sagt Leupold ferner: "siehet man, daß es ein Hygrometron seyn soll, und daher eine Materie haben muß, welche die Feuchtigkeit und Trockne leicht annimmt, welches sonst viele, ja fast alle lockere Materien, die nicht fest oder zu hart sind, als: Metalle, Glas, Stein u. d. gl. und die nicht fest oder öhlicht sind, thun. Weil nun um die Materie sich viele mit recht grossem Eifer bekümmert, so will hiermit anzeigen, was es sey. Indem ich durch die Wasser- und Feuer-Probe befand, daß es etwas Harziges, oder eine Materie, die im Wasser sich ganz auflöset und auch im Feuer brennt, war: so gab es Gelegenheit, daß Hr. J. G. Cotta, der bisher meinem Laboratorio mechanico vorgestanden, sich erinnerte, wie er als ein Knabe von Kirsch-Harz, oder Gummi, so aus den Kirschbäumen fließt, mit den Fingern Fäden gemacht, und ein solches Gewebe oder vielmehr ein solches Blättlein formiret. Er machte alsobald eine Probe, und es befand sich, daß kein Ey dem andern ähnlicher seyn kann, als die Hamburgische Wetter-Maschine unserm Gummi-Blättlein. Und das fand sich auch durch alle Experimente mit Feuer und Wasser, als auch mit der Veränderung, daß es bey der Feuchtigkeit

schlapp,

schlapp, und bey der Trockne steif wurde; und da man solches noch mit einen andern Stücke versetzte, wurde der Effect noch grösser. Allein ich muß gestehen, daß es den andern Notiometris mit der Saite Leder u. d. gl. absonderlich der Haferspitze, gar im geringsten nicht beykommt, auch überdies unbequem ist, weil man es allemahl erst in die Hand nehmen muß, vor Nässe und Schaden wohl verwahren, und doch an der Luft seyn soll, und daher mehr eine Curiosität, als nöthige und nützliche Maschine, wenn man es anders so nennen wollte, zu achten ist."

In den Bresl. Samml. a. d. J. 1723, S. 463 f. fällt jemand über dieses Werkzeug folgendes Urtheil: "Die neue Wetter-Maschine, wie ich selbst gesehen, besteht in nichts anderm, als einer Art Flockseide, welche mit einem alkalischen Kleister oder Leim angemacht, und alsdenn ganz dünn gepreßt, so dick wie Löschpapier ist, wie es denn auch fast so aussieht. Hernach werden fingerslange Läppchen daraus geschnitten, welche man bey sich in der Tasche trägt, als wo es immer warm bleibt; nimmt man es heraus und hält es etwas, so attrahirt es aërem frigidum vel humidum und wird schlapp oder starr. Das ist die ganze Kunst."

Brückmann.

In den Bresl. Samml. a. d. J. 1724 S. 632 f. erzählt Hr. D. Brückmann, bey dem Kayserl. Oberkämmer-Einnehmer Hrn. von Neffzern in Neusol eine in Lebensgrösse von Steinsalz ausgehauene Statue gesehn zu haben, welche derselbe anstatt eines Hygrometers gebrauchte. Denn wenn diese Statue zu schwitzen und feuchte zu werden anfing; konnte er das bevorstehende nasse Wetter prophezeien, wurde dieselbe

aber wieder trocken; die Wiedererhellung und Wieder aufheiterung des Himmels mit Zuversicht vorhersagen.

Ferguson.

Dieser hat ein Hygrometer von Holz erfunden, dessen Beschreibung er in den englischen Transaktionen mittheilt o).

Die Maschine AAAA. Fig. XVII. besteht zuförderst aus einem Rahmen von glattem Eichen- oder Mahogoniholze, dessen beide längste Seiten inwendig ausgehölet sind, um das Brett BBBB, vom weissen Tannenholz zu empfangen, welches sich in den beiden länglichten Furchen ungeklemmt bewegen muß. Dies Brett hat etwa die Dicke eines Thalers, ist 15 Zoll lang, und die Adern des Holzes gehen in die Quere. In der Mitte beides oben und unten ragen die Zapfen bei C und C hervor, welche in dem Rahmen durch Schrauben befestiget werden, damit die Mitte des Bretts beständig in ihrem Platze bleibe, indem hergegen die übrigen Theile bey feuchter Luft sich nach die Enden des Rahmen ausdehnen, bey trockner Luft aber sich nach ihrer Mitte zusammen ziehen. F. ist ein Stift, welcher nahe an dem einen Ende des Bretts eingeschlagen wird, an dessen andern Ende sich die grosse Rolle H, wie auch die kleine Rolle G drehet, welche letzte an H befestigt ist. Das eine Ende einer dünnen geschmeidigen Schnur DE ist an dem Stifte F festgemacht; das andere Ende aber geht um die Rolle G, und ist im Grunde ihrer Auskehlung befestiget, wie bey H. Das eine Ende einer andern kleinen Schnur, IK, ist fest im Grunde der Auskehlung der grossen Rolle H, wie bey

o) S. Philosophical Transactions Vol. LIV. und Gentlem. Magaz. 1767. Juny p. 297.

a, von wannen sie herum geht bis H, und auf dem Wege nach M um die kleine Rolle L herum gewunden wird, welche eine feste Achse hat, und sich in dem Stücke O drehet, welches über der Rolle liegt, und oben an den Rahmen bey C angeschroben ist. Diese Schnur geht über die Rolle M, (welche sich um einem runden ins Brett geschlagenen Stefte drehet) und hat am Ende ein etwas plattes Gewicht N. Die Rollen G und L, haben gleiche Durchmesser in ihren Auskehlungen, welche nur der zehnte Theil des Durchmessers der grossen Rolle in ihrer Auskehlung ist. Die Rolle M kann von beliebiger Grösse seyn.

Nun ist klar, daß so viel das Brett sich zwischen F und G ausdehnet, so viel weiter die Rolle G sich von dem Stefte entferne; und eben so viel wird die Schnur DE die Rolle G zurück drehen, und ein jeder Punct in der Auskehlung der Rolle H zehnmal so viel, weil ihr Durchmesser zehnmal so groß ist als der Durchmesser von G in ihrer Auskehlung. Diese Bewegung wird die Schnur IK nöthigen, die Rolle L zehnmal so viel umzudrehen, und das Gewicht N aufzuziehen als die Rolle G sich gedrehet hatte. Wenn derhalben das Brett bey feuchter Luft sich den zehnten Theil eines Zolls ausgedehnet hat, wird die Rolle L sich rund herum drehen, und nur die Hälfte ihres Kreises, wenn das Brett sich nur den zwanzigsten Theil eines Zolls ausdehnet. Wenn die Luft trocken wird, zieht das Brett sich zusammen, das Gewicht M sinkt nieder und drehet alle Rollen in entgegengesetzter Richtung. Die Hinterseite der Platte A A, Fig. XVIII, wird an die andere Seite des Rahmen Fig. XVII. solchergestalt geschroben, daß die gerade Seite derselben mit der obern Seite des Rahmen gleich wird, und der Mittelpunct B Fig. XVIII. gerade gegen den Mittelpunct der Rolle L, Fig. XVII. über zu stehen komt,

an deren Achse der Zeiger Bl, Fig. XVIII. befestiget wird. Wenn demnach die Rolle L durch die Schnur IK umgedrehet wird, wird der Zeiger sich auf der Platte bewegen, und die Grade der Feuchtigkeit oder Trockenheit der Luft anzeigen. Wenn die Ausdehnung oder Zusammenziehung des Bretts so groß ist, daß sie den Zeiger über die Grenzen der auf der Platte gezeichneten Grade rücket, so darf nur eine grössere Rolle bey L genommen werden. — Ist aber die Ausdehnung und Zusammenziehung des Bretts bey sehr feuchtem oder trocknem Wetter nicht groß genug, um den Zeiger durch alle Grade zu führen, so muß die Rolle einen kleinern Durchmesser haben.

Alle 3 höchstens 4 Jahre setze man ein neues Brett in den Rahmen, weil das alte, wenn es so lange der Luft ausgesetzt gewesen, gegen dieselbe fast unempfindlich wird. Man muß derhalben ein dickes Stück Tannenholz in Vorrath haben; und allezeit etwa ein Kartenblatt dick von derjenigen Seite abhobeln, wovon das neue Brett soll abgeschnitten werden. Bey G und M müssen kleine Stücken hartes Holz an der hintern Seite des Brettes angeleimet werden, um eine gehörige Dicke zu erlangen, damit die Stefte, auf welchen die Rollen G und M sich herum drehen, gerade und unbeweglich stehen, welche sonst in dem Tannenbrette bald würden los werden.

Loys von Cheseaux.

Er schlägt in einem Briefe an Bertrand v. 30 Jan. 1761 p) vor, ein Hygrometer aus Salz vermittelst einer richtigen Wage zu verfertigen.

Ich will, sagt er, z. B. zwey gleiche Theile Salz nehmen und den einen, so gut immer möglich ist, austrocknen lassen. In diesem ausgetrockneten Zustande will ich ihn sowohl als den andern Theil, den ich in dieser Zeit an der Luft und in dem Schatten lassen werde, wägen. Den ersten trocknen Theil werde ich mit Wasser sättigen, und denselben mit dem Gewichte des andern, den ich in der Luft gelassen habe und mit einem dritten Theile vergleichen, den ich unausgetrocknet in der Luft stehn gelassen habe, den ich aber zu gleicher Zeit mit Wasser sättigen werde. Ich werde aufmerksam seyn zu sehen, wie viel Wasser der eine und der andere werde an sich genommen haben. Wenn es möglich ist, werde ich auch zugleich die in gleicher Zeit geschehene Ausdünstung einer bestimmten Oberfläche von Wasser messen, welches ich zu diesem Ende dem Theile des Salzes zur Seite lassen werde, welches beständig in der freyen Luft gestanden ist. Vielleicht, setzt er hinzu, finden wir durch diese Versuche die zwey äussersten Bestimmungspunkte eines vergleichenden Hygrometers: eben so wie das Eis und das siedende Wasser dieselben an dem Thermometer ausmachen. Auf diese Art würde ich einen Hygrometer von Salz mit einer richtigen Wage verfertigen, da eine von beiden Schalen eine geringe Tiefe, aber eine grosse Oberfläche haben müßte. Es ist bekannt, was an denjenigen auszusetzen ist, die man

p) S. Abhandlungen und Beobachtungen durch die ökonomische Gesellschaft zu Bern gesammlet. 3ter Jahrg. 1762. 1tes Stück p. 203 - 205.

man aus Thiersehnen verfertigt. Dieses soll mich aber nicht abhalten, durch Versuche die Bestimmungspuncte der Spannung durch die Trockenheit und der Schlaffheit durch die Feuchtigkeit vermittelst einer Sehne zu suchen, deren Grösse, Länge und Gewicht sowohl als der Stoff und die Weise ihrer Verfertigung bestimmt wären.

Es würde hier aber eine beträchtliche Schwierigkeit zu übersteigen seyn, und zwar von einer ganz andern Natur als diejenigen, deren die Naturforscher gedenken; eine Schwierigkeit, die sich nicht in dem Stoffe der Instrumente, sondern in der Luft selbst befindet. Sie besteht nämlich darin, daß die Luft mit vielen Wassertheilchen angefüllt und dennoch sehr trocken seyn kann.

Es würde also darauf ankommen, eine richtige Methode ausfündig zu machen, wie das Salz oder ein jedes andere hydrometrische Instrument die Feuchtigkeit der Luft auch ungeachtet ihrer trocknenden Eigenschaft anzeigen könnte. Es würde zugleich nothwendig seyn, ein Instrument oder ein Mittel zu erfahren, wodurch man in den Stand gesetzt würde, diesen Zustand der Luft zu erkennen.

Herr Loys von Cheseaux schlägt dazu ein Ausdünstungsgefäß vor. Denn, sagt er, der Südwestwind, der uns den Regen bringt, ist viel trocknender, als gewisse Winde, auf welche das schöne Wetter folgt. Er trocknet den nassen und feuchten Leinwand viel geschwinder, wenn gleich die Luft mit vielen Wassertheilchen angefüllt ist: Und so muß es nothwendig seyn, weil er eben wegen seiner trocknenden Kraft, die Luft mit allen den Wassertheilen, belade, von denen er die irdischen Körper befreit hat.

Titius.

Titius.

Dieser unermüdete Beobachter in der Physik und Oekonomie, bediente sich bey seinen Beobachtungen eines Hygrometers, dessen Einrichtung er im 3ten St. des Wittenberg. Wochenbl. v. J. 1768. S. 21 f. beschreibt.

Es besteht aus einer Darmsaite von einer Laute, etwas über einer Par. Linie dick. Sie hat fast 2 Tage in Salmiakgeist gelegen, ist darauf wieder zusammengedreht, an einem kleinen Gewicht gerade herunter hängend getrocknet, und davon ein Stück von 18 Pariser Zollen Länge zum Hygrometer gebraucht worden. Dieses Stück Darmsaite ist an den Arm eines Gestelles befestigt, hängt von demselben in einer hölzernen Röhre, den Staub von aussen abzuhalten, frey herunter, hat unten ein eisern Gewichtchen von beynahe 2 Unzen, in welchem ein $4\frac{1}{2}$ zolliger Weiser steckt, der, mittelst seines Umdrehens, zugleich das Drehen der Darmsaite anzeigt. An dem Weiser und der hölzernen Röhre ist ein Faden, welcher die Umdrehung der Saite rechts oder links anzeigt; und er selbst, der Weiser, geht über einem Papier, auf welchem aus einem Punkte lothrecht unter der Darmsaite vier Umläufe der gemeinen, oder archimedischen Spirale, 4 Paris. Linien von einander abstehend, gezogen sind. Auf diese Umläufe sind eine Menge Grade, jeder von fast 4 Pariser Linien, von 1 an, so viel ihrer die ganze Spirallinie hat fassen wollen, getragen. Die innere erstere Umwendung hebt sich da an, wo ihr Radius, gerade 4 Paris. Zolle lang, recht in den magnetischen Meridian fällt; und läuft also von dem Vorderpunkte zur rechten viermal herum, und so geht auch die Eintheilung umher. Wenn gleich nun die äussern Wendungen die Spirale,

rale, unter gleichen Räumen der umzudrehenden Darmsaite, immer eine grössere Menge Grade enthalten, als die innern; so ist doch die Einrichtung des Hrn. Titius, da er sich lediglich auf die gleichmäsige Eintheilung der Spirale bezieht, so beschaffen, daß jedermann sich danach ein einstimmiges Hygrometer machen kann.

Hr. Titius äussert a. a. O. noch viele Gedanken über die Unvollkommenheiten der bisherigen Hygrometer, endlich erklärt er sich im 16t. St. des Wittenb. Wochenbl. 1773. S. 123 rc., über die Erfindung des festen Punkts der Trockenheit an dem Hygrometer näher, und macht zugleich seinen Vorschlag bekannt, anstatt der Darmsaiten, Saiten aus dem feinsten Silberdrath, der noch nicht platt geschlagen ist, zu verfertigen, als woran sich die Beobachtungen viel richtiger, auch mit mehrerer Uebereinstimmung ergeben würden.

"In diesem Wochenblatte, A. 1768. S. 188 und 1769. S. 281 sagt er, habe ich theils über die Bestimmung der absoluten Feuchtigkeit der Luft, vermittelst des Hygrometers, theils über die Erfindung des festen Punktes der Trockenheit an demselben einige theoretische Gedanken und Vorschläge geäussert. Der feste Punkt der Feuchtigkeit würde vielleicht so gefunden, wenn man die Darmsaite in den Dunst des kochenden Wassers, welcher vermittelst einer Röhre von gegebener Weite aufgefangen wird, hinein hinge, worin sie sich von dem durchstreichenden Dampfe so lange aufwickelte, bis sie ferner unverändert stehen bliebe. Oder man könnte sie auch in den Dunst der sogenannten Aeolipila bringen. Genug wenn nur eine bestimmte Menge Dünste die Darmsaite dergestalt angreift, daß sie, nach Annehmung des höchsten Grades der Feuchtig-

tigkeit, sich nicht weiter aufwickelt und verändert, und daß nur dabey auf die Länge und Dicke auch auf einerley Art der Darmsaite, gesehen werde. Indessen wird alle Vorsicht und die schärfste Bemühung zu Berichtigung dieses Instruments nicht den gewünschten Endzweck erreichen, so lange noch die Darmsaite, als das Haupt-Ingrediens, beybehalten wird. Als daher der göttingische Hr. Recensent, bey Gelegenheit meiner hygrometrischen Observationen einwandte, die Unzuverlässigkeit der Darmsaite stehe noch immer der zu hoffenden Richtigkeit im Wege, so konnte ich weiter nichts antworten, als dieses: die Darmsaite sey zur Zeit noch die schicklichste Materie, woraus ein Hygrometer verfertiget werden könne. Aber die Einwendung bleibt allemahl richtig, die Darmsaite wird schwerlich zur Angebung ein paar fester und allgemeiner Punkte zu gebrauchen seyn. So viel Darmsaiten, so viel veränderliche Geschicklichkeit in Annehmung der Feuchtigkeit. Es kommen hier in Betrachtung, das Alter und Beschaffenheit des Thiers, die Fettigkeit des Darmes, das Gedärme selbst, die Art, womit die Saite verfertiget wird. Denn ich pflege z. E. nicht eben darum die Saite in Salmiakgeist zu tränken, um sie beweglicher zu machen, sondern um sie von der thierischen Fettigkeit, so viel möglich, zu befreyen. Indessen habe ich lange auf eine andere Materie gedacht, woraus das Hygrometer könne zubereitet werden. Und da bin ich endlich auf den Gedanken gekommen: man sollte statt der Darmsaite, eine aus dem allerfeinsten Silberdrahte, dessen sich die Gold- und Silber-Spinner zu ihren Arbeiten bedienen, gewundene Schnur erwählen. Es versteht sich, daß dieser feinste Silberdrath noch nicht müsse geplattet seyn, und daß man versuchen müsse, wie viele Fäden desselben diese metallische Schnur be-

bekommen müsse, um unter gehöriger Dicke schickliche Wendungen zu machen. Denn ich stelle mir vor, die Feuchtigkeit werde auf dergleichen Schnur ganz ähnliche, wenn gleich viel geringere Wirkungen, als auf die Darmsaiten und Hanffäden, machen. Als ich diesen Gedanken einem gelehrten und sehr einsichtsvollen Freunde, Mitgliede der schlesischen ökonomischen Gesellschaft in Breslau, mittheilte, erwiederte derselbe, es schiene ihm, als ob bey der Wahl eines solchen Haarsilberdrathes der Hauptumstand nicht statt fände, auf welchem doch Veränderungen der Hygrometer aus Saiten, Fäden, Papier, Schwamm u. d. gl. beruhen, nämlich die Zusammensetzung der feinsten Fäserchen, und die damit verbundene Lage der engsten Haarröhrchen, in welchen die feuchten Dünste steigen und sie ausfüllen. — Aber dawider erinnere ich, die Feuchtigkeit wirket nicht dadurch auf unsere Hygrometer, daß sie sich in die eigentlichen Fäserchen der Saite oder der Hanffäden, sondern vielmehr in die durch Zusammendrehung der Fäserchen entstehenden Haarröhrchen und Canäle setzt, und dadurch die solchergestalt in den Darmsaiten gewundenen Fasern aus einander und zum Aufwickeln bringt. Man kann nicht setzen, daß die Dünste in die Höhlungen der Fiebern einer Seite eindringen; denn das müßte durch die Enden der Saiten geschehen, und die sind gemeiniglich zugemacht, oder doch auf andere Weise verwahrt. Zu geschweigen, daß auch die Fasern insgesammt sehr eingetrocknet sind. Daher kann auch die Feuchtigkeit nicht wohl durch die Wände oder Seitenflächen in die Darmsaite eindringen. Das auf- und zudrehen entsteht also daher, daß die unmerklichen Dämpfe in die Harröhrchen sich zwischen die Fäden in die Saite setzen. Und eben dies kann auch in den aus dem feinsten Silberdrathe gewundenen

denen Schnüren oder Strängen geschehen. Denn hier entstehen eben solche Haarröhrchen, als in den Darmsaiten und Hampfsfäden. Wenigstens ist dies ein Vorschlag, den man weiter untersuchen, verändern und verbessern sollte.

Von den zwey festen Punkten eines Hygrometers habe ich auch schon bereits seit vielen Jahren geschrieben; und halte es für eine geringe Erfindung, wenn Jemand hierin etwas sicheres zuwege gebracht hat, woraus er eben kein Geheimniß zu machen Ursache hätte. Der berühmte Hr. Brander zu Augsburg hat, um den festen Punkt der Trockenheit zu finden, eine Art von Trockungskasten erfunden, und bedient sich auch dazu des Weinsteinsalzes; welches letztere mir bloß zur Reinigung der Darmsaite beyzutragen scheint. Ich halte dafür, die Natur muß hier eine Methode angeben, wie eine dazu präparirte Darmsaite auf einen bestimmten Grad der Trockenheit zu bringen sey. Der berühmte Hr. Professor Lambert hat sich hierüber wohl die meiste Mühe gegeben, und von ihm ist auch am mehrsten hierin zu hoffen. Er hat aus dem hiesigen Tageregister der hygrometrischen Observationen die Morgen-Observationen für jeden Monath genommen, daraus das Mittel gezogen, und solches mit dem Mittel von den gleichzeitigen Observationen seiner und der saganschen Hygrometer verglichen, und solchergestalt die Wittenbergische Scale auf die seinige zu reduciren gesucht. Daraus hat sich ergeben, daß das 0 an seinem Hygrometer mit dem 150ten Grade des Wittenbergischen, nähmlich unter 0, und der 360ste Grad an seinem mit dem 788sten des hiesigen so ziemlich übereintrift: so, daß das Wittembergische 150 + 788 = 938 Grade durchläuft, wenn das seinige 360 Grade zurück leget, und daß demnach 13 Wittenbergische Grade mit

5 der Seinigen übereinkommen. Er hat durch diese Vergleichung für den Winter von 1771 - 1772 gefunden, daß das hiesige Hygrometer durch das ganze Jahr mit dem seinigen zu Berlin und zu Sagan einen ganz ähnlichen Gang gehabt, besonders mit dem Berlinischen fast Tag für Tag. Dies ist nun allerdings eine ganz neue Frucht der hygrometrischen Observationen, und zeigt ganz deutlich an, wie Hr. Lambert auch behauptet, daß die Feuchtigkeit der Luft sich an entfernten Orten zugleich ändert: eine allerdings wichtige und in die ganze Landwirthschaft höchst einfliesende Entdeckung, wodurch auch selbst das Hygrometer in grosse Achtung kommen kann.

Ferner hat Hr. Prof. Lambert wahrgenommen, daß die Grösse und die Geschwindigkeit der Veränderungen bey den Darmsaiten in geradem Verhältnisse ihrer Länge, und im umgekehrten Verhältnisse ihrer Dicke stehn."

Joh. Heinr. Lambert.

Lambert wendete nebst dem Augsburgischen Mechaniker Brander vielen Fleiß auf Berichtigung des Hygrometers. Von ihm hebt gleichsam eine neue Epoche in der Hygrometrie an.

Er suchte besonders ein schon von Sturm angegebenes Hygrometer mit einer kurzen lothrecht stehenden Darmsaite dahin zu verbessern, daß der Zeiger desselben sogleich angeben sollte, um wie viel sich die in einem Kubikschuh Luft enthaltene Menge feuchter Dünste geändert habe.

Das Lambertische Hygrometer war auf folgende Art gemacht: A sey ein Zirkel von Pappe, welcher

auf

auf 3 von Eisendrath gemachten Füssen ruht. AB ein Eisendrath, welcher wie eine Schraube gedreht ist und den Zirkel Fg von Kartenpapier trägt, welcher in Stunden und Minuten oder in Grade getheilt ist und in der Mitte C ein Loch hat. Durch dieses Loch geht die Darmsaite AB hindurch, welche in A mit Siegellack befestigt ist, und den Zeiger oder die Nadel DE trägt, welche von leichten Holze verfertigt ist. Der schraubenförmige Drath dient dazu, daß die freye Luft zu der Saite kommen, und sie zugleich in einer geraden und vertikalen Richtung erhalten könne.

Hr. Lambert bediente sich dreyer Hygrometer, welche auf die jetzt beschriebene Art gemacht waren, und drey anderer, wo die Saite durch ein viereckiges Kästchen, welches unten offen ist, durchgeht, so daß es aussieht, als ob sie die Axe eines Uhrzeigers wäre. Bey diesen drey letztern war der Zirkel ebenfalls in Stunden eingetheilt, wie bey den Uhren, und die Stunden waren wieder von 5 zu 5 Minuten getheilt.

Die Art und Weise, wie die Saiten gedreht waren, verursachte, daß bey trockner Witterung die Nadel sich nach der gewöhnlichen Ordnung der Stunde herumdreht, bey nasser Witterung hingegen zurück geht.

Die drey ersten Hygrometer waren in Grade eingetheilt, aber in umgekehrter Stellung, so daß sie durch die aufsteigende Zahl in Grade der Feuchtigkeit oder das Zunehmen derselben anzeigten. Die Darmsaiten waren von verschiedener Dicke.

Um alle Verwirrung und Dunkelheit zu vermeiden, will ich die drey Hygrometer, welche wie eine Uhr aussehen, mit den Buchstaben A, B, C und die drey andern, welche auf die oben beschriebene Art gemacht sind, mit den Buchstaben D, E, F benennen. Die Hygrometer

meter B, D, E waren von einer dickern und die Hygro-
meter A C F von einer dünnern Saite gemacht.

Um nun auch die Diameter derselben zu erforschen, versuhr Lambert auf dreyerley Art. Er schnitt zuerst von der dünnen Saite ein Stück ab, in der Länge von 3 F. oder 36 Z. pariser Maß, und fand das Gewicht davon $9\frac{1}{2}$ Gran-berl. Gewicht. Hierauf schnitt er auch ein 18 Zoll langes Stück von der dicken Saite ab, welches 12 Gr. wog; die Länge von 36 Z. würde also 24 Gr. gegeben haben.

Nimmt man also an, die eigenthümliche Schwere der beiden Saiten sey gleich; so folgt, daß die Quadrate der Diameter sich verhalten, wie 2 : 5, folglich die Diameter selbst wie 11 : 7 oder noch genauer wie 19 : 12.

Hernach maß er sie mit einem Vergrösserungsglase und einer gläsernen Scale, so wie sie Brander verfertigte. Auf dieser Scale war die Linie eines Pariser Schuhes mit einer bewundrungswürdigen Feinheit und Richtigkeit in 10 Theile getheilt. Vermittelst derselben fand er den Diameter der dicken Seite genau $\frac{6}{10}$ und den Diam. der dünnen $\frac{38}{100}$ Lin. das Verhältniß war also hier $= 30 : 19 = 19 : 12\frac{1}{30}$.

Endlich nam er ein Haar, welches in der Dicke kaum $\frac{1}{30}$ von einer Linie hatte, aber $13\frac{1}{2}$ Z. lang war und bemerkte, daß dieses Haar, welches er um die dicke Saite herum gewickelt hatte, die Länge von 85 Umgängen hatte, nachdem er solches aber um die dünne Saite gewickelt, die Länge von 135 Umgängen ausmachte. Dieses Verhältniß ist $= 27 : 17 = 19 : 11\frac{26}{27}$ und folglich von dem ersten sehr wenig unterschieden, welches sogar das Mittel zwischen den beiden leztern Massen ist. Man kann also das Verhältniß der Diameter

meter wie 19 zu 12 annehmen. Das letztere Maß giebt den Diameter der dicken Seite an = 0,607 Lin. und den Diam. der dünnen = 0,383, welches nur um $\frac{1}{90}$ und um $\frac{1}{124}$ von dem Masse abweicht, welches vermittelst der Scale und des Vergrösserungsglases gewonnen worden war, so daß die dicke Saite betrachtet werden kann, als ob ihr Diameter $\frac{6}{10}$ und die dünne, als ob derselbe $\frac{38}{100}$ von einer Linie hätte.

Uebrigens waren die Längen der Seiten folgende:

Hygrometer.	Länge	Saite	Einrichtung
A	12''' .	dünne	wie eine Uhr.
B	14 . .	dicke	
C	23 . .	dicke	
D	18 . .	dünne	wie solche in Fig. XIX aussieht.
E	18 . .	dicke	
F	33½ . .	dünne	

Lamberts Untersuchungen und Versuche selbst findet man in den Mém. de l'Acad. Roy. des sciences de Berlin 1769 p. 68 u. f. und 1772 p. 65 u. f. Von diesen beiden Abhandlungen sind auch in den Jahren 1774 und 1775 zu Augsburg deutsche Uebersetzungen herausgekommen.

Zur Prüfung und Vervollkommung seiner Hygrometer stellte Lambert viele Versuche an. Es war zuerst auszumachen, ob solche Hygrometer, deren Saiten eine verschiedene Länge und Dicke haben, einen offenbar ähnlichen und mit der Theorie übereinstimmenden Gang haben. Es wurden daher drey Hygrometer A, B, C an einer Mauer neben einander zwischen zwey Fenstern, die gegen Mittag lagen, aufgehängt, so daß die Sonne niemals darauf scheinen, und auch der Wind sie niemals treffen konnte. Das Zimmer blieb ungeheizt und unbewohnt; nur von Zeit zu Zeit kam L.

 selbst

selbst hinein, um die gehörigen Beobachtungen anzustellen, hielt sich jedoch nie lange darin auf. So stellte er vom 22ten October bis zum 7ten Nov. 1768 Beobachtungen an.

L. hat eine krumme Linie verzeichnet, und darauf den Gang der 3 Hygrometer während dieser Zeit getragen. Die Tage sind auf der Linie der Abscissen angemerkt und die Ordinaten zeigen die Winkel von 30 zu 30 Graden an. Man sieht aus diesen krummen Linien sehr leicht, daß sie eine Art von Parallelismus beobachten, da sie sich zu gleicher Zeit und auf eine sehr ähnliche Weise der Linie der Abscissen nähern und von derselben entfernen.

Lambert wählte diese Jahreszeit zu seinen Beobachtungen, weil bey Annäherung des Winters die Veränderungen der Feuchtigkeit sehr beträchtlich und merklich sind. Den 28ten October und 4ten November öffnete er das Fenster, um der feuchten äussern Luft einen freyen Zugang zu lassen, die auch sehr merklich war. Besonders war dies d. 4ten Novemb. der Fall. Zwey Tage hernach wurde alles wieder ganz trocken und die Hygrometer gingen beynahe zusehens fort bis zu den äussersten Graden der Trockenheit, da es sehr heiter Wetter war.

Die Veränderung an den Hygrometern selbst war folgende:

	A	B	C
4 Nov. um 9 Uhr Abends	IV : 40	IX : 30	IX : 0
7 Nov. um 4 Uhr Abends	XII : 25	I : 42	III : 25
Folglich die Veränderung	V : 35	IV : 12	VI : 25
Welches in Graden macht	167½	126	192½

Nun ist an den Hygrometern

	A	B	C
die Länge der Saiten	12	14	23
das Verzeichnis der Diameter	12	19	19
Wenn man also die Länge durch den Diameter dividirt, so kömmt heraus	1,00	0,74	1,21.

Diese Zahlen sollen zum wenigsten ohngefähr in einem Verhältniß mit den beobachteten Veränderungen stehen. — — $167\frac{1}{2}$ — 126 — $192\frac{1}{2}$.

Nun aber ist

$$167\tfrac{1}{2} : 100 = 126 : 75\tfrac{1}{4}$$

welches genau genug übereinkömmt mit 0,74.

Hernach ist

$$167\tfrac{1}{2} : 100 = 192\tfrac{1}{2} : 115,$$

welches noch mehr von 121 abweicht. Der Unterschied, ob er gleich gar nicht groß ist, kann sehr leicht von dem verschiedenen Stande der Instrumente und besonders von der verschiedenen Geschwindigkeit herrühren, mit welcher sich die Nadeln herumdrehten. Denn es ist möglich, daß die äussere Luft in Ansehung ihrer Feuchtigkeit eine Veränderung erlitten hat, ehe sich der Hygrometer nach der Beschaffenheit derselben hat herumdrehen können. Es kann auch seyn, daß Lambert, ob er gleich die Hygrometer täglich mehr als einmal beobachtet, den rechten Augenblick nicht getroffen hat, wo ein jeder derselben am weitesten vor oder hinter sich gerückt ist. Dieser letzte Umstand aber kann leicht ersetzt werden, wenn man die Summe der vornehmsten Veränderungen nimmt, welche für die Hygrometer

	A	B	C
nach Graden ist	668	517	752
Diese Zahlen stehen im Verhältniß mit	1,00	0,77	1,13
anstatt	1,00	0,74	1,21.

Es scheint also, daß eine kleine Verschiedenheit in den Saiten statt gefunden habe. Indessen bestätigen diese Beobachtungen hinlänglich, daß die Dicke der Saiten sie in der That weniger empfindlich mache. Denn die Saite B ist zwey Linien länger als die Saite A, und dennoch ist ihre Veränderung weit geringer. Die Veränderungen der Saiten A, C sind beynahe gleich: ungeachtet die Saite C beynahe zweymal länger ist, als die Saite A. Uebrigens blieb die Uebereinstimmung dieser Hygrometer merklich genug. Sie zeigten z. B. am 17ten November

A	B	C
X : 0	XII : 0	I : 0

und auf eben diesen Graden standen sie den 19, 20, 22sten November, den 3, 4, 11, 24sten December und den 1, 3, 10, 23sten Jänner.

Hr. Lambert mußte aber mit seinen Hygrometern noch andere Untersuchungen vornehmen, um die Gesetze ihrer Veränderungen kennen zu lernen. Man sieht wohl, daß es hier auf eine vollkommene Trockenheit und auf eine vollkommene Feuchtigkeit, oder die doch wenigstens leicht zu erkennen wären, ankam. Was die vollkommene Trockenheit betrifft, so hat es seine Richtigkeit, daß man solche unter der Glocke einer Luftpumpe findet, wenn man unter derselben die Luft zu verschiedenenmalen hinwegnimmt. Die Frage war aber, wenn man den Hygrometer, nachdem man ihn zuvor vorsetzlich feucht gemacht hat, unter die Glocke setzte,

sezte, ob die Ausleerung der Luft an demselben eine merkliche Wirkung hervorbringen würde. Allein nach den Versuchen, welche Hr. Gerhard auf Lambert's Ansuchen damit gemacht, zeigte der Hygrometer, auch einige Tage hindurch gar keine Veränderung, so daß also hierdurch nichts zu erhalten war.

Lambert nahm daher ein beynah ganz cylindrisches Glas, dessen Höhe 38, Diameter des Bodens 26, Diameter der Mündung 32, Volumen $14\frac{1}{2}$ Zoll war, goß Wasser hinein, daß es ungefähr einen halben Zoll hoch stand, und sezte den Hygrometer D darein. Hierauf bedeckte er dieses Glas sogleich mit einem Planglase von eben diesem Diameter, und verkleibte es ringsherum mit weichem Wachse, damit alle Gemeinschaft mit der äusserlichen Luft dadurch verhindert würde. Er verfuhr damit deswegen so, weil er aus andern Beobachtungen wußte, daß das Wasser immer fortfährt auszudünsten, wenn es sich auch gleich in einer wohlverwahrten Flasche befindet.

Der Erfolg stimmte auch mit seiner Erwartung vollkommen überein, indem das Hygrometer sich ganz merklich auf die Grade der Feuchtigkeit hinzudrehen anfing, welches auch schon vom ersten Augenblick an geschah, so daß man also daraus schliessen kann, daß die Luft in dem Glase von dem ersten Augenblick an schon mit Dünsten angefüllt worden sey. Diesen Versuch machte L. im Jahre 1768 den 7 November, und fing damit an um 8 Uhr 23 Minuten, bald nachdem der Ofen in dem Zimmer geheizt worden. Das Thermometer veränderte sich bis Nachmittag von 11 bis zu 14 Graden über Tempere. Die nachfolgende Tabelle zeigt den Gang des Hygrometers in Vergleichung mit der Zeit, die in Minuten angezeigt ist.

Zeit Minuten	Hygromet. Grade	Zeit Minuten	Hygromet. Grade
0	0		
7	10	212	269
10	15	225	288
16	28	288	323
21	42	315	335
28	60	435	385
38	87	497	412
45	104	585	452
60	132	645	462
75	155	705	476
90	176	798	495
105	194	855	502
126	226	1440	540

Man sieht aus dieser Tabelle, daß die Bewegung des Hygrometers überhaupt langsamer wurde. Denn in 1440 Minuten oder in 24 Stunden kam er kaum doppelt so weit fort, als er in 212 Minuten oder in $3\frac{1}{2}$ Stunden gekommen war.

Er wiederholte diesen Versuch mit eben diesem Glasse und demselben Hygrometer den 10 und 13 November, und darauf stellte er ihn auch mit dem Hygrometer E an, um die Geschwindigkeit ihres Gangs zu vergleichen. Die folgende Tabelle enthält die Beobachtungen mit dem Hygrometer D. Der Anfang davon war den 10ten November des Morgens um 7 Uhr 40 Minuten, während daß das Zimmer geheizt wurde, und der Hygrometer auf 41 Graden stand.

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	45	92
1	1	58	115
2	$2\frac{1}{2}$	60	119
3	$4\frac{1}{2}$	75	142
4	6	85	156
5	$8\frac{1}{2}$	95	166
6	$10\frac{1}{2}$	115	182
7	12	120	185
8	14	130	191
9	16	135	193
10	$17\frac{1}{2}$	145	197
11	21	155	199
12	$22\frac{1}{2}$	180	209
13		225	233
14	26	253	247
15	28	275	259
18	36	300	270
20	40	325	277
25	51	370	292
30	61	395	304
35	72	580	395
40	82	640	400
43	86	735	415
		750	423
		805	441
		880	457
		915	461
		1460	506

Der Gang des Hygrometers war also hier ungefähr um $\frac{1}{13}$ oder $\frac{1}{14}$ langsamer gewesen, und Hr. Lambert trägt keinen Augenblick Bedenken, dieses der Wärme zuzuschreiben, die vielleicht hier ein wenig grösser war, indem er schon vorher bey andern Versuchen wahrgenommen hatte, daß die Wärme die Befeuchtung des Hygrometers verminderte.

Mit dem Hygrometer E wurden folgende Versuche d. 13 November des Morgens um 8 Uhr 23 Minuten gemacht:

Zeit Minuten	Hygrom. E Grade	Zeit Minuten	Hygrom. E Grade
0	0	8	12
1	$\frac{1}{2}$	9	13
2	2	14	18
3	4	15	20
4	6	17	22
5	8	21	28
27	33	180	153
29	37	195	158
31	39	220	167
35	46	250	179
40	52	290	191
44	58	325	204
50	66	255	216
55	70	380	227
62	80	450	252
67	86	465	257
71	95	485	264
80	98		
85	102		

Zeit

Zeit Minuten	Hygrom. E Grade	Zeit Minuten	Hygrom. E Grade
95	111	515	275
105	118	540	279
115	123	610	299
130	130	685	316
155	143	720	328
170	148	1135	396
		1395	435

Man sieht daraus, daß hier der Gang noch langsamer war, als bey dem Hygrometer D in der vorhergehenden Beobachtung. Lambert wiederholte den 8 Nov. diesen Versuch, und fing Nachmittags um 3 Uhr 47 Minuten an, da dieser Hygrometer auf 36 Grad stand. Der Gang der Nadel war folgender:

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	217	244
9	19	253	267
23	46	319	298
36	71	344	309
50	98	373	322
63	120	395	332
76	136	914	482
91	153	974	484
129	187	1100	489
151	205	1215	490
189	227		

Weil das Zimmer nur des Morgens geheitzt und Nachmittags wieder kalt worden war, so mußte dieses den

den Gang des Hygrometers anfänglich beschleunigen. Da aber diese Beobachtung bis den andern Tag Mittags fortdauerte, so sieht man auch aus den vier letzten Beobachtungen, daß das Heizen des Zimmers den Gang desselben wieder langsamer machte.

Hr. Lambert hatte diese Versuche gemacht, um beobachten zu können, wie sich der Hygrometer in einer Luft verhalte, die so stark als möglich mit Dünsten angefüllt war, und sie mußte auch wohl Dünste genug enthalten, weil sich solche an das Glas zu hängen anfingen. Er wollte daher noch sehen, ob eben dieser Hygrometer in einer Zeit z. B. von 24 Stunden eine gleiche Anzahl von Graden durchlaufen würde. Diese Beobachtungen zeigen, daß dieses beynahe bis auf $\frac{1}{11}$ Theil zutreffe.

Nun wollte L. noch sehen, wie weit sich das Hygrometer herumdrehen würde, wenn er es etliche Tage hintereinander in dem Glase stehen ließ. Er that dieses den 19 Jänner 1769 mit eben diesem Hygrometer D, das damals auf 310 Graden stand, so daß folglich die Luft in dem Zimmer noch trockner war, als bey den obigen Versuchen. Der Anfang dieser Beobachtung war des Morgens um 9 Uhr 16 Minuten, und das Hygrometer stand, wie gesagt, auf 310 Graden. Sein Gang war folgender:

Zeit

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	2203	605
9	19	2251	620
32	56	2789	710
49	96	2969	722
166	205	3044	722
220	228	3199	727
324	270	3504	734
514	352	3682	737
560	364	4209	755
580	371	4452	763
686	384	4639	766
816	410	4912	780
1356	485	5328	792
1484	502	5784	800
1588	500	6064	812
1766	501	6499	820
1876	521	6641	822
2016	532	7100	840
2146	561		

Man sieht, daß auch bey diesem Versuch das Hygrometer in 24 Stunden ungefähr 500 Grade herumging. Und da die folgenden Tage die Feuchtigkeit weniger Macht auf ihn hatte, so wurde die Veränderung der Wärme noch merklicher dabey. Denn von 9 oder 10 Uhr an bis gegen Mittag veränderte sich das Hygrometer nicht mehr, oder ging wohl gar zurück. Der Gang des andern Tags war nur ungefähr 200 Grade, und am dritten Tage nur 45, welches auch die folgenden Tage geschah.

Den

Den 24 Jänner früh um 8½ Uhr öffnete er das Glas, um den Hygrometer wieder in die freye Luft zu setzen, und die Saite war so feucht, daß sie beynah alle ihre Elasticität verlohren hatte.

Lambert wollte aber noch eine Veränderung mit dem Glase vornehmen, er goß daher den 25sten Jänn. 1769 ein wenig Wasser in ein Glas, setzte in dasselbe das Hygrometer D, nachdem er solches bedeckt, und verkleibt hatte. Frühe um 9 Uhr 33 Minuten fing er an, den Gang des Hygrometers zu beobachten, der damals auf dem 194sten Grade stand, und folglich sehr trocken anzeigte.

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	224	218
2	5	238	224
4	11	246	226
6	15	256	231
7	17	273	236
12	31	289	244
20	50	304	254
27	68	319	259
32	79	324	260
37	88	362	269
43	100	374	270
47	106	420	278
52	115	490	292
66	133	547	301
92	156	587	308
99	162	660	311

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
115	171	867	338
120	175	1320	382
133	181	1380	386
141	185	1620	360
162	193	2100	388
173	198	2760	402
187	203		
203	210		

Als Lambert das Hygrometer den 9ten Novemb. 1768 wieder an die freye Luft setzte, um seine Saite trocknen zu lassen, oder um sie wieder in Freiheit zu setzen, damit sie sich in ihren natürlichen oder den der freyen Luft gemässen Zustand begeben könnte, so stand die Nadel um 12 Uhr 34 Minuten Nachmittags auf den 172sten Grade, und machte folgenden Gang rückwärts.

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	45	329
6	33	48	340
8	51	50	347
10	70	52	353
11	76	55	362
15	109	58	370
16	120	60	376
18	137	65	390
19	148	71	403
21	169	81	421

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
25	205	93	433
27	212	111	455
28	229	126	466
30	243	141	473
31	250	159	475
34	270	180	478
36	295	210	478
40	307	256	479
41	312	300	483
43	320	314	486
		362	489
		408	491
		451	493
		556	494
		680	455

Auf diese Weise ging das Hygrometer zurück bis ungefähr auf fünf Grade, in seinen vorigen Zustand, in welchem es den 8 Nov. gewesen war, ehe L. es in das Glas gesetzt hatte. Da er aber das Hygrometer vom 10ten Nov. bis auf den 13ten in dem Glas gelassen hatte; so sah er, daß er von dem 41sten Grade an bis zum 29sten zwey völlige Umgänge gemacht hatte. Er setzte es daher um 8 Uhr 15 Min. an die Luft, um seinen Gang, den es rückwärts machte, zu beobachten. Die Beobachtungen gaben folgende Resultate.

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	39	267
1	1	40	278
2	2	41	289
3	3	46	339
4	4	50	373
5	6	54	407
6	14	60	442
7	18	65	470
8	26	72	508
9	34	77	531
11	49	86	569
12	58	90	584
13	65	95	599
14	68	105	629
15	73	115	649
18	81	140	682
20	95	165	699
21	99	180	706
24	133	190	711
25	145	205	713
26	162	230	716
27	168	260	719
31	207	300	721
37	251	335	723
		365	724
		390	726
		460	727
		525	727

	A	B	C
nach Graden ist	668	517	752
Diese Zahlen stehen im Verhältniß mit	1,00	0,77	1,13
anstatt	1,00	0,74	1,21.

Es scheint also, daß eine kleine Verschiedenheit in den Saiten statt gefunden habe. Indessen bestätigen diese Beobachtungen hinlänglich, daß die Dicke der Saiten sie in der That weniger empfindlich mache. Denn die Saite B ist zwey Linien länger als die Saite A, und dennoch ist ihre Veränderung weit geringer. Die Veränderungen der Saiten A, C sind beynahe gleich: ungeachtet die Saite C beynahe zweymal länger ist, als die Saite A. Uebrigens blieb die Uebereinstimmung dieser Hygrometer merklich genug. Sie zeigten z. B. am 17ten November

A	B	C
X : 0	XII : 0	I : 0

und auf eben diesen Graden standen sie den 19, 20, 22sten November, den 3, 4, 11, 24sten December und den 1, 3, 10, 23sten Jänner.

Hr. Lambert mußte aber mit seinen Hygrometern noch andere Untersuchungen vornehmen, um die Gesetze ihrer Veränderungen kennen zu lernen. Man sieht wohl, daß es hier auf eine vollkommene Trockenheit und auf eine vollkommene Feuchtigkeit, oder die doch wenigstens leicht zu erkennen wären, ankam. Was die vollkommene Trockenheit betrifft, so hat es seine Richtigkeit, daß man solche unter der Glocke einer Luftpumpe findet, wenn man unter derselben die Luft zu verschiedenenmalen hinwegnimmt. Die Frage war aber, wenn man den Hygrometer, nachdem man ihn zuvor vorsetzlich feucht gemacht hat, unter die Glocke setzte,

setzte, ob die Ausleerung der Luft an demselben eine merkliche Wirkung hervorbringen würde. Allein nach den Versuchen, welche Hr. Gerhard auf Lambert's Ansuchen damit gemacht, zeigte der Hygrometer, auch einige Tage hindurch gar keine Veränderung, so daß also hierdurch nichts zu erhalten war.

Lambert nahm daher ein beynah ganz cylindrisches Glas, dessen Höhe 38, Diameter des Bodens 26, Diameter der Mündung 32, Volumen 14½ Zoll war, goß Wasser hinein, daß es ungefähr einen halben Zoll hoch stand, und setzte den Hygrometer D darein. Hierauf bedeckte er dieses Glas sogleich mit einem Planglase von eben diesem Diameter, und verkleibte es ringsherum mit weichem Wachse, damit alle Gemeinschaft mit der äusserlichen Luft dadurch verhindert würde. Er verfuhr damit deswegen so, weil er aus andern Beobachtungen wußte, daß das Wasser immer fortfährt auszudünsten, wenn es sich auch gleich in einer wohlverwahrten Flasche befindet.

Der Erfolg stimmte auch mit seiner Erwartung vollkommen überein, indem das Hygrometer sich ganz merklich auf die Grade der Feuchtigkeit hinzudrehen anfing, welches auch schon vom ersten Augenblick an geschah, so daß man also daraus schliessen kann, daß die Luft in dem Glase von dem ersten Augenblick an schon mit Dünsten angefüllt worden sey. Diesen Versuch machte L. im Jahre 1768 den 7 November, und fing damit an um 8 Uhr 23 Minuten, bald nachdem der Ofen in dem Zimmer geheizt worden. Das Thermometer veränderte sich bis Nachmittag von 11 bis zu 14 Graden über Tempere. Die nachfolgende Tabelle zeigt den Gang des Hygrometers in Vergleichung mit der Zeit, die in Minuten angezeigt ist.

Zeit Minuten.	Hygromet. Grade	Zeit Minuten	Hygromet. Grade
0	0		
7	10	212	269
10	15	225	288
16	28	288	323
21	42	315	335
28	60	435	385
38	87	497	412
45	104	585	452
60	132	645	462
75	155	705	476
90	176	798	495
105	194	855	502
126	226	1440	540

Man sieht aus dieser Tabelle, daß die Bewegung des Hygrometers überhaupt langsamer wurde. Denn in 1440 Minuten oder in 24 Stunden kam er kaum doppelt so weit fort, als er in 212 Minuten oder in $3\frac{1}{2}$ Stunden gekommen war.

Er wiederholte diesen Versuch mit eben diesem Glasse und demselben Hygrometer den 10 und 13 November, und darauf stellte er ihn auch mit dem Hygrometer E an, um die Geschwindigkeit ihres Gangs zu vergleichen. Die folgende Tabelle enthält die Beobachtungen mit dem Hygrometer D. Der Anfang davon war den 10ten November des Morgens um 7 Uhr 40 Minuten, während daß das Zimmer geheizt wurde, und der Hygrometer auf 41 Graden stand.

Zeit

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	45	92
1	1	58	115
2	2½	60	119
3	4½	75	142
4	6	85	156
5	8½	95	166
6	10½	115	182
7	12	120	185
8	14	130	191
9	16	135	193
10	17½	145	197
11	21	155	199
12	22½	180	209
13		225	233
14	26	253	247
15	28	275	259
18	36	300	270
20	40	325	277
25	51	370	292
30	61	395	304
35	72	580	395
40	82	640	400
43	86	735	415
		750	423
		805	441
		880	457
		915	461
		1460	506

months, and again, at the interval of about six months, to the end of two years from the beginning; and after that I apprehend that once a year will suffice; the best time of adjustment, being in the dry and warm weather of July or August: and by these means, I apprehend the instrument will be always kept within 2° of its proper point.

Respecting the sensibility of this instrument, it has that in a greater degree than its constancy to its scale can be depended upon, which was all that I intended where greather degrees of sensibility are required, to make comparisons at small intervalls of time, the beard of a wild cat, and other constructions may be used, with advantage; this instrument being considered as a cheque upon them as to more distant periods.

Clas Bjerkander.

Dieser schlägt die Carlina vulgaris zu einem Hygrometer vor [e]). Bekanntlich beugen mehrere Pflanzen die Blätter bey der Nachtzeit zusammen, wodurch sie ein ganz fremdes Ansehen bekommen. Die Blumen schließen sich ebenfalls, die zärtern Theile vor Kälte und härterer Witterung zu bewahren. Zeigt sich aber dergleichen Bewegung bey einer trocknen Pflanze; so kann dies nicht aus der eben genannten Ursache herrühren, sondern von nichts anders als trockner und feuchter Witterung. Und eben dies findet gerade bey der Carlina vulgaris statt.

Nachdem diese Pflanze geblüht hat, bleibt sie vertrocknet stehn, mit Stengel, Blättern und Kelchen bis

e) Versuch zu einem Hygrometrum Florae in den Neuen Abhandl. der königl. Schwed. Akad. der Wiss. 3ter B. für das Jahr 1782 (d. Ueb. Leipzig 1785) p. 80-81.

Zeit Minuten	Hygrom. E Grade	Zeit Minuten	Hygrom. E Grade
95	111	515	275
105	118	540	279
115	123	610	299
130	130	685	316
155	143	720	328
170	148	1135	396
		1395	435

Man sieht daraus, daß hier der Gang noch langsamer war, als bey dem Hygrometer D in der vorhergehenden Beobachtung. Lambert wiederholte den 8 Nov. diesen Versuch, und fing Nachmittags um 3 Uhr 47 Minuten an, da dieser Hygrometer auf 36 Grad stand. Der Gang der Nadel war folgender:

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	217	244
9	19	253	267
23	46	319	298
36	71	344	309
50	98	373	322
63	120	395	332
76	136	914	482
91	153	974	484
129	187	1100	489
151	205	1215	490
189	227		

Weil das Zimmer nur des Morgens geheizt und Nachmittags wieder kalt worden war, so mußte dieses den

den Gang des Hygrometers anfänglich beschleunigen. Da aber diese Beobachtung bis den andern Tag Mittags fortdauerte, so sieht man auch aus den vier letzten Beobachtungen, daß das Heizen des Zimmers den Gang desselben wieder langsamer machte.

Hr. Lambert hatte diese Versuche gemacht, um beobachten zu können, wie sich der Hygrometer in einer Luft verhalte, die so stark als möglich mit Dünsten angefüllt war, und sie mußte auch wohl Dünste genug enthalten, weil sich solche an das Glas zu hängen anfingen. Er wollte daher noch sehen, ob eben dieser Hygrometer in einer Zeit z. B. von 24 Stunden eine gleiche Anzahl von Graden durchlaufen würde. Diese Beobachtungen zeigen, daß dieses beynahe bis auf $\frac{1}{11}$ Theil zutreffe.

Nun wollte L. noch sehen, wie weit sich das Hygrometer herumdrehen würde, wenn er es etliche Tage hintereinander in dem Glase stehen ließ. Er that dieses den 19 Jänner 1769 mit eben diesem Hygrometer D, das damals auf 310 Graden stand, so daß folglich die Luft in dem Zimmer noch trockner war, als bey den obigen Versuchen. Der Anfang dieser Beobachtung war des Morgens um 9 Uhr 16 Minuten, und das Hygrometer stand, wie gesagt, auf 310 Graden. Sein Gang war folgender:

Zeit

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	2203	605
9	19	2251	620
32	56	2789	710
49	96	2969	722
166	205	3044	722
220	228	3199	727
324	270	3504	734
514	352	3682	737
560	364	4209	755
580	371	4452	763
686	384	4639	766
816	410	4912	780
1356	485	5328	792
1484	502	5784	800
1588	500	6064	812
1766	501	6499	820
1876	521	6641	822
2016	532	7100	840
2146	561		

Man sieht, daß auch bey diesem Versuch das Hygrometer in 24 Stunden ungefähr 500 Grade herumging. Und da die folgenden Tage die Feuchtigkeit weniger Macht auf ihn hatte, so wurde die Veränderung der Wärme noch merklicher dabey. Denn von 9 oder 10 Uhr an bis gegen Mittag veränderte sich das Hygrometer nicht mehr, oder ging wohl gar zurück. Der Gang des andern Tags war nur ungefähr 200 Grade, und am dritten Tage nur 45, welches auch die folgenden Tage geschah.

Den

Den 24 Jänner früh um $8\frac{1}{2}$ Uhr öffnete er das Glas, um den Hygrometer wieder in die freye Luft zu setzen, und die Saite war so feucht, daß sie beynah alle ihre Elasticität verlohren hatte.

Lambert wollte aber noch eine Veränderung mit dem Glase vornehmen, er goß daher den 25sten Jänn. 1769 ein wenig Wasser in ein Glas, setzte in dasselbe das Hygrometer D, nachdem er solches bedeckt, und verkleibt hatte. Frühe um 9 Uhr 33 Minuten fing er an, den Gang des Hygrometers zu beobachten, der damals auf dem 194sten Grade stand, und folglich sehr trocken anzeigte.

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	224	218
2	5	238	224
4	11	246	226
6	15	256	231
7	17	273	236
12	31	289	244
20	50	304	254
27	68	319	259
32	79	324	260
37	88	362	269
43	100	374	270
47	106	420	278
52	115	490	292
66	133	547	301
92	156	587	308
99	162	660	311

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
115	171	867	338
120	175	1320	382
133	181	1380	386
141	185	1620	360
162	193	2100	388
173	198	2760	402
187	203		
203	210		

Als Lambert das Hygrometer den 9ten Novemb. 1768 wieder an die freye Luft setzte, um seine Saite trocknen zu lassen, oder um sie wieder in Freiheit zu setzen, damit sie sich in ihren natürlichen oder den der freyen Luft gemässen Zustand begeben könnte, so stand die Nadel um 12 Uhr 34 Minuten Nachmittags auf den 172sten Grade, und machte folgenden Gang rückwärts.

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	45	329
6	33	48	340
8	51	50	347
10	70	52	353
11	76	55	362
15	109	58	370
16	120	60	376
18	137	65	390
19	148	71	403
21	169	81	421

Zeit Minuten	Hygromi. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
25	205	93	433
27	212	111	455
28	229	126	466
30	243	141	473
31	250	150	475
34	270	180	478
36	295	210	478
40	307	256	479
41	312	300	483
43	320	314	486
		362	489
		408	491
		451	493
		556	494
		680	455

Auf diese Weise ging das Hygrometer zurück bis ungefähr auf fünf Grade, in seinen vorigen Zustand, in welchem es den 8 Nov. gewesen war, ehe L. es in das Glas gesetzt hatte. Da er aber das Hygrometer vom 10ten Nov. bis auf den 13ten in dem Glas gelassen hatte; so sah er, daß er von dem 41sten Grade an bis zum 29sten zwey völlige Umgänge gemacht hatte. Er setzte es daher um 8 Uhr 15 Min. an die Luft, um seinen Gang, den es rückwärts machte, zu beobachten. Die Beobachtungen gaben folgende Resultate.

Zeit

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	39	267
1	1	40	278
2	2	41	289
3	3	46	339
4	4	50	373
5	6	54	407
6	14	60	442
7	18	65	470
8	26	72	508
9	34	77	531
11	49	86	569
12	58	90	584
13	65	95	599
14	68	105	629
15	73	115	649
18	81	140	682
20	95	165	699
21	99	180	706
24	133	190	711
25	145	205	713
26	162	230	716
27	168	260	719
31	207	300	721
37	251	335	723
		365	724
		390	726
		460	727
		525	727

Vergleicht man diese Tabelle mit der vorhergehenden, so sieht man, daß hier der Gang im Anfang viel langsamer war, und daß er nach 47 Minuten schneller zu werden anfing. Es schien also, daß die Saite erst bis auf einen gewissen Grad trocken werden müßte, ehe sie den Grad der Elasticität erhalten könne, der erfordert wird, wenn sie sich sehr geschwind drehen soll. Und da hernach, so wie sie immer trockner wird, ihre Bewegung langsamer fortgeht, so sieht man auch, daß mehr Kraft dazu gehöre, wenn sie sich noch mehr drehen soll, weil sie sich, je trockner sie wird, in den Zustand der Zusammendrückung wieder setzt, in welchen sie der Saitenmacher bey ihrem Drehen gebracht hatte.

Eben dieses beobachtete er noch einmal den 24sten Jänner 1769, nachdem er das Hygrometer aus dem Glas genommen hatte, in welchem er es 5 Tage lang vorher hatte stehen lassen. Der Anfang der Beobachtungen geschah um 8½ Uhr, und die Nadel stand auf 140 Graden, nachdem sie ungefähr 2⅓ Umgänge im Glas gemacht hatte. Sein Gang, den es wieder rückwärts machte, war folgender:

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	9	85	340
9	7	90	387
10	8	102	410
15	21	105	460
37	58	112	497
41	72	115	504
45	90	125	540
53	144	232	1014
60	218	265	1014
65	232	285	1020
70	250	430	1020
75	275		

Da bey diesem Versuche die Saite noch mehr Feuchtigkeit eingesogen hatte, so war anfangs auch aus diesem Grunde der Gang der Nadel langsamer, ob sie gleich in einer wohl um 100 Grade trockeneren Luft abtrocknete. Allein hernach verdoppelte sie auch ihre Geschwindigkeit, und Hr. L. sah mit Verwunderung, daß sie um 474 Grade fortgerückt war, und sich völlig in den Zustand gesetzt hatte, der mit dem Grade der Trokkenheit der Luft übereinstimmte.

Aus diesen Beobachtungen machte Lambert den Schluß, daß, wenn die Feuchtigkeit der Luft sich schnell und stark verändert, die Hygrometer diese Veränderung durch eine sehr merkliche Bewegung anzeigen, daß aber diese Bewegung langsamer und unmerklicher werde, wenn die Feuchtigkeit sich nur um einige Grade verändert. Denn man sieht in allen diesen Tabellen, daß die letztern Grade sehr langsam angezeigt worden. Daher kann es auch geschehen, daß, wenn die Verände-

Der Gang des Hygrometers war also hier ungefähr um $\frac{1}{13}$ oder $\frac{1}{14}$ langsamer gewesen, und Hr. Lambert trägt keinen Augenblick Bedenken, dieses der Wärme zuzuschreiben, die vielleicht hier ein wenig grösser war, indem er schon vorher bey andern Versuchen wahrgenommen hatte, daß die Wärme die Befeuchtung des Hygrometers vermindere.

Mit dem Hygrometer E wurden folgende Versuche d. 13 November des Morgens um 8 Uhr 23 Minuten gemacht:

Zeit Minuten	Hygrom. E Grade	Zeit Minuten	Hygrom. E Grade
0	0	8	12
1	$\frac{1}{2}$	9	13
2	2	14	18
3	4	15	20
4	6	17	22
5	8	21	28
27	33	180	153
29	37	195	158
31	39	220	167
35	46	250	179
40	52	290	191
44	58	325	204
50	66	255	216
55	70	380	227
62	80	450	252
67	86	465	257
71	95	485	264
80	98		
85	102		

Zeit Minuten	Hygrom. E Grade	Zeit Minuten	Hygrom. E Grade
95	111	515	275
105	118	540	279
115	123	610	299
130	130	685	316
155	143	720	328
170	148	1135	396
		1395	435

Man sieht daraus, daß hier der Gang noch langsamer war, als bey dem Hygrometer D in der vorhergehenden Beobachtung. Lambert wiederholte den 8 Nov. diesen Versuch, und fing Nachmittags um 3 Uhr 47 Minuten an, da dieser Hygrometer auf 36 Grad stand. Der Gang der Nadel war folgender:

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	217	244
9	19	253	267
23	46	319	298
36	71	344	309
50	98	373	322
63	120	395	332
76	136	914	482
91	153	974	484
129	187	1100	489
151	205	1215	490
189	227		

Weil das Zimmer nur des Morgens geheitzt und Nachmittags wieder kalt worden war, so mußte dieses

den

den Gang des Hygrometers anfänglich beschleunigen. Da aber diese Beobachtung bis den andern Tag Mittags fortdauerte, so sieht man auch aus den vier letzten Beobachtungen, daß das Heizen des Zimmers den Gang desselben wieder langsamer machte.

Hr. Lambert hatte diese Versuche gemacht, um beobachten zu können, wie sich der Hygrometer in einer Luft verhalte, die so stark als möglich mit Dünsten angefüllt war, und sie mußte auch wohl Dünste genug enthalten, weil sich solche an das Glas zu hängen anfingen. Er wollte daher noch sehen, ob eben dieser Hygrometer in einer Zeit z. B. von 24 Stunden eine gleiche Anzahl von Graden durchlaufen würde. Diese Beobachtungen zeigen, daß dieses beynahe bis auf $\frac{1}{15}$ Theil zutreffe.

Nun wollte L. noch sehen, wie weit sich das Hygrometer herumdrehen würde, wenn er es etliche Tage hintereinander in dem Glase stehen ließ. Er that dieses den 19 Jänner 1769 mit eben diesem Hygrometer D, das damals auf 310 Graden stand, so daß folglich die Luft in dem Zimmer noch trockner war, als bey den obigen Versuchen. Der Anfang dieser Beobachtung war des Morgens um 9 Uhr 16 Minuten, und das Hygrometer stand, wie gesagt, auf 310 Graden. Sein Gang war folgender:

Zeit

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0
9	19
32	56
49	96
166	205
220	228
324	270
514	352
560	364
580	371
686	384
816	410
1356	485
1484	502
1588	500
1766	501
1876	521
20[illegible]6	532
2146	561

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
2203	605
2251	620
2789	710
2969	722
3044	722
3199	727
3504	734
3682	737
4209	755
4452	763
4639	766
4912	780
5328	792
5784	800
6064	812
6499	820
6641	822
7100	840

Man sieht, daß auch bey diesem Versuch das Hygrometer in 24 Stunden ungefähr 500 Grade herumging. Und da die folgenden Tage die Feuchtigkeit weniger Macht auf ihn hatte, so wurde die Veränderung der Wärme noch merklicher dabey. Denn von 9 oder 10 Uhr an bis gegen Mittag veränderte sich das Hygrometer nicht mehr, oder ging wohl gar zurück. Der Gang des andern Tags war nur ungefähr 200 Grade, und am dritten Tage nur 45, welches auch die folgenden Tage geschah.

Den

Den 24 Jänner früh um 8½ Uhr öffnete er das Glas, um den Hygrometer wieder in die freye Luft zu setzen, und die Saite war so feucht, daß sie beynah alle ihre Elasticität verlohren hatte.

Lambert wollte aber noch eine Veränderung mit dem Glase vornehmen, er goß daher den 25sten Jänn. 1769 ein wenig Wasser in ein Glas, setzte in dasselbe das Hygrometer D, nachdem er solches bedeckt, und verkleibt hatte. Frühe um 9 Uhr 33 Minuten fing er an, den Gang des Hygrometers zu beobachten, der damals auf dem 194sten Grade stand, und folglich sehr trocken anzeigte.

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	224	218
2	5	238	224
4	11	246	226
6	15	256	231
7	17	273	236
12	31	289	244
20	50	304	254
27	68	319	259
32	79	324	260
37	88	362	269
43	100	374	270
47	106	420	278
52	115	490	292
66	133	547	301
92	156	587	308
99	162	660	311

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
115	171	867	338
120	175	1320	382
133	181	1380	386
141	185	1620	360
162	193	2100	388
173	198	2760	402
187	203		
203	210		

Als Lambert das Hygrometer den 9ten Novemb. 1768 wieder an die freye Luft setzte, um seine Saite trocknen zu lassen, oder um sie wieder in Freiheit zu setzen, damit sie sich in ihren natürlichen oder den der freyen Luft gemässen Zustand begeben könnte, so stand die Nadel um 12 Uhr 34 Minuten Nachmittags auf den 172sten Grade, und machte folgenden Gang rückwärts.

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	45	329
6	33	48	340
8	51	50	347
10	70	52	353
11	76	55	362
15	109	58	370
16	120	60	376
18	137	65	390
19	148	71	403
21	169	81	421

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
25	205	93	433
27	212	111	455
28	229	126	466
30	243	141	473
31	250	150	475
34	270	180	478
36	295	210	478
40	307	256	479
41	312	300	483
43	320	314	486
		362	489
		408	491
		451	493
		556	494
		680	455

Auf diese Weise ging das Hygrometer zurück bis ungefähr auf fünf Grade, in seinen vorigen Zustand, in welchem es den 8 Nov. gewesen war, ehe L. es in das Glas gesetzt hatte. Da er aber das Hygrometer vom 10ten Nov. bis auf den 13ten in dem Glas gelassen hatte; so sah er, daß er von dem 41sten Grade an bis zum 29sten zwey völlige Umgänge gemacht hatte. Er setzte es daher um 8 Uhr 15 Min. an die Luft, um seinen Gang, den es rückwärts machte, zu beobachten. Die Beobachtungen gaben folgende Resultate.

Zeit

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	39	267
1	1	40	278
2	2	41	289
3	3	46	339
4	4	50	373
5	6	54	407
6	14	60	442
7	18	65	470
8	26	72	508
9	34	77	531
11	49	86	569
12	58	90	584
13	65	95	599
14	68	105	629
15	73	115	649
18	81	140	682
20	95	165	699
21	99	180	706
24	133	190	711
25	145	205	713
26	162	230	716
27	168	260	719
31	207	300	721
37	251	335	723
		365	724
		390	726
		460	727
		525	727

Vergleicht man diese Tabelle mit der vorhergehenden, so sieht man, daß hier der Gang im Anfang viel langsamer war, und daß er nach 47 Minuten schneller zu werden anfing. Es schien also, daß die Saite erst bis auf einen gewissen Grad trocken werden müßte, ehe sie den Grad der Elasticität erhalten könne, der erfordert wird, wenn sie sich sehr geschwind drehen soll. Und da hernach, so wie sie immer trockner wird, ihre Bewegung langsamer fortgeht, so sieht man auch, daß mehr Kraft dazu gehöre, wenn sie sich noch mehr drehen soll, weil sie sich, je trockner sie wird, in den Zustand der Zusammendrückung wieder setzt, in welchen sie der Saitenmacher bey ihrem Drehen gebracht hatte.

Eben dieses beobachtete er noch einmal den 24sten Jänner 1769, nachdem er das Hygrometer aus dem Glas genommen hatte, in welchem er es 5 Tage lang vorher hatte stehen lassen. Der Anfang der Beobachtungen geschah um $8\frac{1}{2}$ Uhr, und die Nadel stand auf 140 Graden, nachdem sie ungefähr $2\frac{1}{3}$ Umgänge im Glas gemacht hatte. Sein Gang, den es wieder rückwärts machte, war folgender:

Zeit

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	85	340
9	7	90	387
10	8	102	410
15	21	105	460
37	58	112	497
41	72	115	504
45	90	125	540
53	144	232	1014
60	218	265	1014
65	232	285	1020
70	250	430	1020
75	275		

Da bey diesem Versuche die Saite noch mehr Feuchtigkeit eingesogen hatte, so war anfangs auch aus diesem Grunde der Gang der Nadel langsamer, ob sie gleich in einer wohl um 100 Grade trockeneren Luft abtrocknete. Allein hernach verdoppelte sie auch ihre Geschwindigkeit, und Hr. L. sah mit Verwunderung, daß sie um 474 Grade fortgerückt war, und sich völlig in den Zustand gesetzt hatte, der mit dem Grade der Trokkenheit der Luft übereinstimmte.

Aus diesen Beobachtungen machte Lambert den Schluß, daß, wenn die Feuchtigkeit der Luft sich schnell und stark verändert, die Hygrometer diese Veränderung durch eine sehr merkliche Bewegung anzeigen, daß aber diese Bewegung langsamer und unmerklicher werde, wenn die Feuchtigkeit sich nur um einige Grade verändert. Denn man sieht in allen diesen Tabellen, daß die letztern Grade sehr langsam angezeigt worden. Daher kann es auch geschehen, daß, wenn die Verände-

rungen der Luft schnell und häufig sind, der Hygrometer die neuere Veränderung anzeigt, ehe er sich noch völlig nach der vorher gegangenen gerichtet hat.

Bey den Beobachtungen des Hygrometers in dem Glase war es nicht wohl möglich, die Feuchtigkeit mit in Anschlag zu bringen, die durch die Ausdünstung des Wassers, welches den Boden des Glases bedeckte, verursacht worden, und es ist begreiflich, daß man diese Oberfläche vermindern mußte, um die Ausdünstung derselben kleiner und geringer zu machen. Und dies verrichtete er auf folgende Art.

Er nahm den 15 November 1768 ein Thermometerglas, dessen Kugel $10\frac{1}{3}$ Linien hatte; die Länge der Röhre war von vier Zollen und $7\frac{1}{2}$ Linien, ihr inwendiger Diameter aber hatte $1\frac{1}{2}$ Linie. Er füllte sie mit Wasser an, bis zu der Oeffnung der Röhre, und setzte sie in das Glas, nachdem er die Röhre in Linien getheilt hatte, um durch das Glas sehen zu können, wie weit die Oberfläche des Wassers herab sinken würde. Er setzte auch noch in das Glas den Hygrometer F, bedeckte es mit einem runden Planglase von eben dem Diameter, und verkleibte die Fugen mit weich gemachtem Wachse, damit die Luft in dem Glase mit der äusserlichen Luft keine Gemeinschaft hätte. Hierauf beobachtete er sowohl die Senkung der Oberfläche des Wassers in der Röhre, als den Gang des Hygrometers. Und weil das Wasser in der Röhre um etwas weniges höher steigen, oder tiefer stehen konnte, wegen der Veränderungen der Wärme, so bemerkte er die Höhe Morgens, ehe man das Zimmer heitzte, weil alsdann das Thermometer in demselben zwischen 9 und 10 Graden stand, übrigens waren die Beobachtungen selbst folgende:

Tag. St. Min.	Hygrom.	Ausd.
15 — 9, 55	251	0
57	249	
— 10. 0	246	
5	243	
10	241	
15	239	
20	238	
30	244	
35	246	
45	246	
55	248	
— 11, 10	248	
25	251	
35	253	
45	254	
+ 1. 5	252	
2. 45	258	
4. 30	266	
6,45	267	
8,10	269	
8,50	271	
9,50	272	
16—7,30	285	
8,35	287	
9,55	283	
10, 30	273	
+ 0, 35	270	
1,10	268	
1,30	268	
6, 15	282	

Tag St. Min.	Hygrom.	Ausd.
10,45	284	
17 — 8,0	295	
9,10	296	
11,35	294	
+ 1, 15	287	
5, 30	294	
11,5	296	
18 — 8,25	304	2
10,0	303	
11,30	294	
+ 1, 35	293	
4, 37	298	
8, 20	300	
19 — 8, 15	309	
10,45	308	
+ 1, 30	308	
6, 40	308	
20 — 8, 15	317	
+ 0, 10	316	
+ 7, 20	317	3½
21 — 8, 30	323	
+ 1, 15	322	
+ 11,20	323	
22 = 8, 35	329	
+ 2, 20	324	

+

Tag, St. Min.	Hygrom.	Ausd.
+ 11, 35	328	
23 — 8, 45	332	
+ 1, 20	324	
+ 10, 55	327	
24 — 8, 10	332	4
+ 0, 55	316	
+ 10, 45	332	
25 — 8, 15	329	
+ 2, 45	323	
26 — 9, 25	324	
— 7, 50	334	4½
+ 1, 25	324	
27 — 0, 35	328	
— 8, 5	334	
+ 0, 55	318	
+ 11, 20	328	
28 — 7, 20	335	
+ 0, 8	328	
+ 10, 35	332	
29 — 8, 10	336	
+ 10, 45	333	5¼
30 — 7, 30	338	
+ 11, 45	337	
1 — 7, 35	341	
+ 0, 5	337	
2 — 8, 15	347	6
+ 0, 5	336	

den Gang des Hygrometers anfänglich beschleunigen. Da aber diese Beobachtung bis den andern Tag Mittags fortdauerte, so sieht man auch aus den vier letzten Beobachtungen, daß das Heizen des Zimmers den Gang desselben wieder langsamer machte.

Hr. Lambert hatte diese Versuche gemacht, um beobachten zu können, wie sich der Hygrometer in einer Luft verhalte, die so stark als möglich mit Dünsten angefüllt war, und sie mußte auch wohl Dünste genug enthalten, weil sich solche an das Glas zu hängen anfingen. Er wollte daher noch sehen, ob eben dieser Hygrometer in einer Zeit z. B. von 24 Stunden eine gleiche Anzahl von Graden durchlaufen würde. Diese Beobachtungen zeigen, daß dieses beynahe bis auf $\frac{1}{13}$ Theil zutreffe.

Nun wollte L. noch sehen, wie weit sich das Hygrometer herumdrehen würde, wenn er es etliche Tage hintereinander in dem Glase stehen ließ. Er that dieses den 19 Jänner 1769 mit eben diesem Hygrometer D, das damals auf 310 Graden stand, so daß folglich die Luft in dem Zimmer noch trockner war, als bey den obigen Versuchen. Der Anfang dieser Beobachtung war des Morgens um 9 Uhr 16 Minuten, und das Hygrometer stand, wie gesagt, auf 310 Graden. Sein Gang war folgender:

Zeit

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	2203	605
9	19	2251	620
32	56	2789	710
49	96	2969	722
166	205	3044	722
220	228	3199	727
324	270	3504	734
514	352	3682	737
560	364	4209	755
580	371	4452	763
686	384	4639	766
816	410	4912	780
1356	485	5328	792
1484	502	5784	800
1588	500	6064	812
1766	501	6499	820
1876	521	6641	822
2016	532	7100	840
2146	561		

Man sieht, daß auch bey diesem Versuch das Hygrometer in 24 Stunden ungefähr 500 Grade herumging. Und da die folgenden Tage die Feuchtigkeit weniger Macht auf ihn hatte, so wurde die Veränderung der Wärme noch merklicher dabey. Denn von 9 oder 10 Uhr an bis gegen Mittag veränderte sich das Hygrometer nicht mehr, oder ging wohl gar zurück. Der Gang des andern Tags war nur ungefähr 200 Grade, und am dritten Tage nur 45, welches auch die folgenden Tage geschah.

Den

Den 24 Jänner früh um $8\frac{1}{2}$ Uhr öffnete er das Glas, um den Hygrometer wieder in die freye Luft zu setzen, und die Saite war so feucht, daß sie beynah alle ihre Elasticität verlohren hatte.

Lambert wollte aber noch eine Veränderung mit dem Glase vornehmen, er goß daher den 25sten Jänn. 1769 ein wenig Wasser in ein Glas, setzte in dasselbe das Hygrometer D, nachdem er solches bedeckt, und verkleibt hatte. Frühe um 9 Uhr 33 Minuten fing er an, den Gang des Hygrometers zu beobachten, der damals auf dem 194sten Grade stand, und folglich sehr trocken anzeigte.

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	224	218
2	5	238	224
4	11	246	226
6	15	256	231
7	17	273	236
12	31	289	244
20	50	304	254
27	68	319	259
32	79	324	260
37	88	362	269
43	100	374	270
47	106	420	278
52	115	490	292
66	133	547	301
92	156	587	308
99	162	660	311

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
115	171	867	338
120	175	1320	382
133	181	1380	386
141	185	1620	360
162	193	2100	388
173	198	2760	402
187	203		
203	210		

Als Lambert das Hygrometer den 9ten Novemb. 1768 wieder an die freye Luft setzte, um seine Saite trocknen zu lassen, oder um sie wieder in Freiheit zu setzen, damit sie sich in ihren natürlichen oder den der freyen Luft gemässen Zustand begeben könnte, so stand die Nadel um 12 Uhr 34 Minuten Nachmittags auf den 172sten Grade, und machte folgenden Gang rückwärts.

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	45	329
6	33	48	340
8	51	50	347
10	70	52	353
11	76	55	362
15	109	58	370
16	120	60	376
18	137	65	390
19	148	71	403
21	169	81	421

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
25	205	93	433
27	212	111	455
28	229	126	466
30	243	141	473
31	250	159	475
34	270	180	478
36	295	210	478
40	307	256	479
41	312	300	483
43	320	314	486
		362	489
		408	491
		451	493
		556	494
		680	455

Auf diese Weise ging das Hygrometer zurück bis ungefähr auf fünf Grade, in seinen vorigen Zustand, in welchem es den 8 Nov. gewesen war, ehe L. es in das Glas gesetzt hatte. Da er aber das Hygrometer vom 10ten Nov. bis auf den 13ten in dem Glas gelassen hatte; so sah er, daß er von dem 41sten Grade an bis zum 29sten zwey völlige Umgänge gemacht hatte. Er setzte es daher um 8 Uhr 15 Min. an die Luft, um seinen Gang, den es rückwärts machte, zu beobachten. Die Beobachtungen gaben folgende Resultate.

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	0	39	267
1	1	40	278
2	2	41	289
3	3	46	339
4	4	50	373
5	6	54	407
6	14	60	442
7	18	65	470
8	26	72	508
9	34	77	531
11	49	86	569
12	58	90	584
13	65	95	599
14	68	105	629
15	73	115	649
18	81	140	682
20	95	165	699
21	99	180	706
24	133	190	711
25	145	205	713
26	162	230	716
27	168	260	719
31	207	300	721
37	251	335	723
		365	724
		390	726
		460	727
		525	727

Vergleicht man diese Tabelle mit der vorhergehenden, so sieht man, daß hier der Gang im Anfang viel langsamer war, und daß er nach 47 Minuten schneller zu werden anfing. Es schien also, daß die Saite erst bis auf einen gewissen Grad trocken werden müßte, ehe sie den Grad der Elasticität erhalten könne, der erfordert wird, wenn sie sich sehr geschwind drehen soll. Und da hernach, so wie sie immer trockner wird, ihre Bewegung langsamer fortgeht, so sieht man auch, daß mehr Kraft dazu gehöre, wenn sie sich noch mehr drehen soll, weil sie sich, je trockner sie wird, in den Zustand der Zusammendrückung wieder setzt, in welchen sie der Saitenmacher bey ihrem Drehen gebracht hatte.

Eben dieses beobachtete er noch einmal den 24sten Jänner 1769, nachdem er das Hygrometer aus dem Glas genommen hatte, in welchem er es 5 Tage lang vorher hatte stehen lassen. Der Anfang der Beobachtungen geschah um $8\frac{1}{2}$ Uhr, und die Nadel stand auf 140 Graden, nachdem sie ungefähr $2\frac{1}{3}$ Umgänge im Glas gemacht hatte. Sein Gang, den es wieder rückwärts machte, war folgender:

Zeit Minuten	Hygrom. D Grade	Zeit Minuten	Hygrom. D Grade
0	9	85	349
9	7	90	387
10	8	102	450
15	21	105	460
37	58	112	497
41	72	115	504
45	90	125	540
53	144	232	1014
60	218	265	1014
65	232	285	1020
70	250	430	1020
75	275		

Da bey diesem Versuche die Saite noch mehr Feuchtigkeit eingesogen hatte, so war anfangs auch aus diesem Grunde der Gang der Nadel langsamer, ob sie gleich in einer wohl um 100 Grade trockeneren Luft abtrocknete. Allein hernach verdoppelte sie auch ihre Geschwindigkeit, und Hr. L. sah mit Verwunderung, daß sie um 474 Grade fortgerückt war, und sich völlig in den Zustand gesetzt hatte, der mit dem Grade der Trokkenheit der Luft übereinstimmte.

Aus diesen Beobachtungen machte Lambert den Schluß, daß, wenn die Feuchtigkeit der Luft sich schnell und stark verändert, die Hygrometer diese Veränderung durch eine sehr merkliche Bewegung anzeigen, daß aber diese Bewegung langsamer und unmerklicher werde, wenn die Feuchtigkeit sich nur um einige Grade verändert. Denn man sieht in allen diesen Tabellen, daß die letztern Grade sehr langsam angezeigt worden. Daher kann es auch geschehen, daß, wenn die Verände-

rungen der Luft schnell und häufig sind, der Hygrometer die neuere Veränderung anzeigt, ehe er sich noch völlig nach der vorher gegangenen gerichtet hat.

Bey den Beobachtungen des Hygrometers in dem Glase war es nicht wohl möglich, die Feuchtigkeit mit in Anschlag zu bringen, die durch die Ausdünstung des Wassers, welches den Boden des Glases bedeckte, verursacht worden, und es ist begreiflich, daß man diese Oberfläche vermindern mußte, um die Ausdünstung derselben kleiner und geringer zu machen. Und dies verrichtete er auf folgende Art.

Er nahm den 15 November 1768 ein Thermometerglas, dessen Kugel $10\frac{1}{3}$ Linien hatte; die Länge der Röhre war von vier Zollen und $7\frac{1}{2}$ Linien, ihr inwendiger Diameter aber hatte $1\frac{1}{2}$ Linie. Er füllte sie mit Wasser an, bis zu der Oeffnung der Röhre, und setzte sie in das Glas, nachdem er die Röhre in Linien getheilt hatte, um durch das Glas sehen zu können, wie weit die Oberfläche des Wassers herab sinken würde. Er setzte auch noch in das Glas den Hygrometer F, bedeckte es mit einem runden Planglase von eben dem Diameter, und verkleibte die Fugen mit weich gemachtem Wachse, damit die Luft in dem Glase mit der äusserlichen Luft keine Gemeinschaft hätte. Hierauf beobachtete er sowohl die Senkung der Oberfläche des Wassers in der Röhre, als den Gang des Hygrometers. Und weil das Wasser in der Röhre um etwas weniges höher steigen, oder tiefer stehen konnte, wegen der Veränderungen der Wärme, so bemerkte er die Höhe Morgens, ehe man das Zimmer heitzte, weil alsdann das Thermometer in demselben zwischen 9 und 10 Graden stand, übrigens waren die Beobachtungen selbst folgende:

Tag. St. Min.	Hygrom.	Ausd.
15 — 9, 55	251	0
57	249	
— 10. 0	246	
5	243	
10	241	
15	239	
20	238	
30	244	
35	246	
45	246	
55	248	
— 11. 10	248	
25	251	
35	253	
45	254	
+ 1. 5	252	
2. 45	258	
4. 30	266	
6,45	267	
8,10	269	
8,50	271	
9,50	272	
16—7,30	285	
8,35	287	
9,55	283	
10, 30	273	
+ 0, 35	270	
1,10	268	
1,30	268	
6, 15	282	

Tag St. Min.	Hygrom.	Ausd.
10,45	284	
17 — 8,0	295	
9,10	296	
11,35	294	
+ 1, 15	287	
5, 30	294	
11,5	296	
18 — 8,25	304	2
10,0	303	
11,30	294	
+ 1, 35	293	
4, 37	298	
8, 20	300	
19 — 8, 15	309	
10,45	308	
+ 1, 30	308	
6, 40	308	
20 — 8, 15	317	
+ 0, 10	316	
+ 7, 20	317	3½
21 — 8, 30	323	
+ 1, 15	322	
+ 11,20	323	
22 = 8, 35	329	
+ 2, 20	324	

Tag. St. Min.	Hygrom.	Ausd.
+ 11, 35	328	
23 − 8, 45	332	
+ 1, 20	324	
+ 10, 55	327	
24 − 8, 10	332	4
+ 0, 55	316	
+ 10, 45	332	
25 − 8, 15	329	
+ 2, 45	323	
26 − 9, 25	324	
− 7, 50	334	4½
+ 1, 25	324	
27 − 0, 35	328	
− 8, 5	334	
+ 0, 55	318	
+ 11, 20	328	
28 − 7, 20	335	
+ 0, 8	328	
+ 10, 35	332	
29 − 8, 10	336	
+ 10, 45	333	5¼
30 − 7, 30	338	
+ 11, 45	337	
1 − 7, 35	341	
+ 0, 5	337	
2 − 8, 15	347	6
+ 0, 5	336	

Tág. St. Min.	Hygrom.	Ausd.
3 — 0, 25	339	
— 8, 10	346	
+ 0, 25	332	
+ 10, 45	338	
4 — 8, 10	345	
+ 1, 30	338	
+ 10, 20	336	
5 — 8, 30	344	$6\frac{1}{4}$
+ 11, 20	335	
6 — 8, 30	341	
— 11, 10	349	
11, 24	331	
7 — 8, 30	338	7
+ 10, 52	327	
8 — 8, 28	334	
+ 1, 20	328	
+ 11, 15	329	$7\frac{1}{4}$
9 — 8, 50	337	
+ 2, 20	331	
+ 10, 35	332	
10 + 10, 2	330	
11 — 8, 0	337	$3\frac{3}{4}$
12 — 8, 0	337	
+ 3, 30	334	
13 — 8, 30	338	$8\frac{1}{4}$

Aus diesem Versuche lernte Lambert, daß er in das Glas eine Röhre von einem grössern Diameter setzen könnte, und er that dieses auch den 13 Dec. um 1 Uhr 5 Minuten Nachmittags. Diese Zwischenzeit hatte

hatte er nöthig, um den Hygr. wieder in die Luft zu setzen, damit die Nadel wieder auf den Grad zurückkommen möchte, der mit der Feuchtigkeit der äusserlichen Luft übereinstimmte. Er füllte daher eine Phiole, die einem Thermometerglase vollkommen ähnlich war, mit Wasser an. Der Diameter der Kugel war $14\frac{1}{2}$, der innere Diameter des Cylinders oder der Röhre gerade 3 Linien, und die Länge der Röhre hielt $37\frac{1}{2}$ Linien. Die Röhre war bis oben angefüllt, und eine Skale, in Linien abgetheilt, wurde darauf geklebt. Hierauf setzte er diese Phiole und den Hygrometer in dasselbe Glas, bedeckte es, und verstopfte die Fugen wohl mit Wachs. Die Beobachtungen waren folgende:

Tag. St. Min.	Hygrom.	Ausd.
13 + 1, 5	244	0
5, 15	310	
7, 0	317	
8, 0	323	
9, 40	334	
14 — 8, 0	14	
— 11, 0	7	
+ 7, 25	39	
+ 10, 0	46	
15 — 8, 0	89	
+ 2, 20	54	
+ 10, 0	118	1
16 — 8, 0	159	
+ 4, 10	149	
17 — 0, 15	172	
— 8, 15	208	
+ 5, 25	218	
+ 11, 6	225	

Tag. St. Min.	Hygrom.	Ausd.
18 — 8, 35	258	2
— 11,45	193	
+ 10,7	241	
19 — 8, 0	270	
+ 10,30	258	
20 — 8, 0	290	
+ 1, 45	249	
+ 5, 35	294	
+ 10,25	294	2 $\frac{3}{5}$
21 — 9, 0	317	
+ 11,0	320	
22 — 8, 0	339	
+ 1, 0	285	
+ 10,0	338	
23 — 9, 0	358	3
+ 6, 0	348	
+ 10,30	343	
24 — 8, 0	3	
25 — 8, 0	8	
+ 0, 30	289	
+ 10,0	2	
26 — 8, 0	14	
+ 1, 0	342	
+ 10,0	2	
27 — 8, 0	24	
+ 8, 30	8	

Tag.

Tag. St. Min.	Hygrom.	Ausd.
28 — 8, 0	36	
+ 1, 0	349	
+ 10,0	30	
29 — 8, 0	43	
+ 1, 30	3	
+ 9, 30	24	
30 — 7, 30	50	
+ 9, 30	22	4
31 — 8, 0	46	
+ 11, 30	24	
1 — 8, 0	49	
+ 10,0	26	
2 — 8, 0	57	
3 — 8, 0	59	
+ 6, 0	26	$4\frac{1}{2}$
4 — 8, 0	71	
+ 10,0	43	
5 — 8, 0	78	
+ 10,0	47	
6 — 8, 0	88	
+ 9, 0	41	
7 — 8, 0	96	5
+ 9, 30	46	
8 — 8, 0	103	
9 — 8, 0	95	
10 — 8, 0	96	

Tag. St. Min.	Hygrom.	Ausd.
18 — 8, 35	258	2
— 11,45	193	
+ 10,7	241	
19 — 8, 0	270	
+ 10,30	258	
20 — 8, 0	290	
+ 1, 45	249	
+ 5, 35	294	
+ 10,25	294	$2\frac{3}{5}$
21 — 9, 0	317	
+ 11,0	320	
22 — 8, 0	339	
+ 1, 0	285	
+ 10,0	338	
23 — 9, 0	358	3
+ 6, 0.	348	
+ 10,30	343	
24 -- 8, 0	3	
25 -- 8, 0	8	
+ 0, 30	289	
+ 10,0	2	
26 — 8, 0	14	
+ 1, 0	342	
+ 10,0	2	
27 -- 8, 0	24	
+ 8, 30	8	

Tag.

Tag. St. Min.	Hygrom.	Ausd.
28 — 8, 0	36	
+ 1, 0	349	
+ 10,0	30	
29 — 8, 0	43	
+ 1, 30	3	
+ 9, 30	24	
30 — 7, 30	50	
+ 9, 30	22	4
31 — 8, 0	46	
+ 11, 30	24	
1 — 8, 0	49	
+ 10,0	26	
2 — 8, 0	57	
3 — 8, 0	59	
+ 6, 0	26	4½
4 — 8, 0	71	
+ 10,0	43	
5 — 8, 0	78	
+ 10,0	47	
6 — 8, 0	88	
+ 9, 0	41	
7 — 8, 0	96	5
+ 9, 30	46	
8 — 8, 0	103	
9 — 8, 0	95	
10 — 8, 0	96	

Tag. St. Min.	Hygrom.	Ausd.
11 — 8, 0	90	
12 — 8, 0	100	
13 — 8, 0	114	
14 — 8, 0	120	
15 — 8, 0	116	
16 — 8, 0	115	
17 — 8, 0	117	6

Diese Beobachtungen und besonders diejenigen, welche bey dem letzten Versuche gemacht wurden, setzten Lambert in den Stand, den Grad der Feuchtigkeit zu schätzen, den die Luft in dem Glase bey jeder Ausdünstung mehr hatte. Denn das Volumen der im Glase enthaltenen Luft ist gegeben = 39 Cubikzolle. Da nun der innere Diameter der Röhre genau 3 Linien hatte, so darf man nur ausrechnen, wie viel Cubiklinien ein Cylinder enthalte, dessen Diameter 3 Linien, und dessen Höhe eine Linie ausmacht. Dieses giebt, nach dem Verhältniß des Archimedes $7\frac{2}{29}$ Linien. Man kann aber ohne einen beträchtlichen Irrthum zu begehen, die gerade Zahl von 7 Linien annehmen. Setzt man also, da die Röhre, die Kugel und das Hygrometer ungefähr einen Cubikschuh Raum einnahmen, das Volumen der im Glase eingeschlossenen Luft = 38 Zoll, = 38, 1728 Cubiklinien, und dividirt diese Zahl mit 7, so erhält man 9380, so daß also das Volumen der Luft 9380mal grösser ist, als der Cylinder, dessen Diameter 3 Linien hat, und der eine Linie hoch ist. Da aber das Wasser 840mal schwerer ist als die Luft, so ist offenbar, wenn man das Gewicht vergleichen will, daß man die 9380 mit 840 dividiren müsse, wodurch man $\frac{67}{6}$ erhält; folglich vermehrte eine jede Linie Wasser,

ser, welche bey dem zweyten Versuch ausdünstete, die specifische Schwere der Luft um einen $\frac{6}{67}$ Theil. Oder wenn man auch das Gewicht der Luft vor der Ausdünstung gleich 67 annimmt, so wurde es bey einer jeden Linie Wassers, welches aus der Röhre ausdünstete, um 6 vermehrt. Da nun ein Cubikschuh Luft ungefähr $\frac{1}{12}$ Pfund oder 640 Gran schwer ist, so muß man $57\frac{1}{3}$ oder überhaupt 57 Gran Vermehrung rechnen für eine jede Linie Wassers, die aus der Röhre ausdünstete.

Die 6 Linien Wasser, welche in dem letzten Versuche ausdünsteten, trieben die Nadel des Hygrometers F 610 Grade herum; hieraus folgte, daß das Hygrometer A nur 220 Grade gemacht hätte. Denn wenn die Saiten von einerley Dicke sind, so erfolgen ihre Bewegungen nach dem Verhältnisse ihrer Länge. Nun ist aber

$$33\frac{1}{2} : 12 = 610 : 219$$

oder die gerade Zahl 220 Grade. Diese Veränderung des Hygrometers A ist in der freyen Luft leicht möglich; hieraus folgt also, daß die Feuchtigkeit der Atmosphäre eben so veränderlich seyn kann, als die Feuchtigkeit der eingesperrten Luft in dem Glase. Ein Cubikschuh dieser Luft wird bey jeder Linie Ausdünstung 57 Gran schwerer. Addirt man nun diese mit 640 Gran, so erhält man für einen Cubikschuh sehr feuchter Luft das Gewicht von 982 Gran, welches sich gegeneinander wie 13 zu 20 verhält.

Um sich davon zu überzeugen nahm Lambert einen kleinen Schwamm, der nur 38 Grane Berliner Gewicht wog. Er tauchte denselben ins Wasser; und nachdem er hierauf das Wasser wieder ausgedrückt hatte, fand er ihn 93 Grane schwerer, so daß er also 55 Grane Feuchtigkeit mehr hatte als da er trocken war. Dies geschah den 19 October 1768 um $3\frac{1}{2}$ Uhr Nachmit-

1775 p. 381 unter der Aufschrift: Copie d'un mémoire sur un hygromètre comparable mitgetheilt.

Seine Untersuchungen über die Veränderungen der Atmosphäre hatten, wie gesagt, in ihm den Wunsch erregt, der Erfindung eines wahren Hygrometers nachzudenken. Er fand dazu bey einer Reise, im Dec. 1771. Gelegenheit, und faßte den Vorsatz, diese Untersuchung auf eine völlig methodische Art anzustellen. Er fand zuerst folgende drey nothwendige Eigenschaften eines Feuchtigkeits-Messers 1) einen festen Punct, von welchem alle Masse dieser Art angehen müßten, wie z. B. der Siedepunkt bey einer bestimmten Barometer-Höhe, ein solcher Punkt für das Thermometer ist; 2) daß alle Hygrometer Grade haben müßten, die sich vollkommen unter einander vergleichen liessen, und die in allen auf einerley Art, durch gleiche Grössen der Feuchtigkeit bestimmt, hatte. Lange konnte er auf diesem Wege nichts entdecken. Es ging oft zurück, kam aber allezeit wieder auf die äusserste Feuchtigkeit, als auf die einzige Seite, von der sich sein Gegenstand fassen ließ. Die Worte, so nothwendig sie sind, Andern unsere Gedanken mitzutheilen, hindern doch oft bey uns selbst die Entstehung neuer Ideen. So wiederholte er sich unablässig das Wort Feuchtigkeit, und dieses führte ihn immer auf Erscheinungen, bey denen er nichts beständiges fand. Endlich wurde er müde, sich an Worte zu binden, und richtete seine Aufmerksamkeit auf die natürlichen Erscheinungen selbst. Er kam dabey bald auf das Wasser, und fand das äusserste der Feuchtigkeit nach langen Umschweifen endlich in diesem so einfachen Gegenstande, welcher, wie es ihm nun vorkam, seine Aufmerksamkeit zuerst hätte auf sich ziehen sollen. Jetzt betrachtete er die Feuchtigkeit nicht von einem ersten Normal-Hygrometer auf die ande-

Zeit		Gewicht
St.	I	
13,	30	36
15,	20	31
16,	12	29
22,	5	21
24,	50	17
25,	45	16
26,	30	14
27,	35	13
28,	34	12
29,	49	11
31,	11	10
33,	48	7
38,	35	4
48,	22	1

Es wurde also eine Zeit von zwey Tagen erfordert, bis dieser Schwamm alle Feuchtigkeit verlohren, die er an sich gezogen hatte.

Den 22 October 1768 um 8 Uhr des Morgens band er diese beyde Schwämme zusammen, welche 138 Grane Wasser in sich sogen. Diese Feuchtigkeit verlohr sich folgendermassen:

Zeit		Gewicht
St.	I	
0,	0	138
1,	0	133
3,	30	125
6,	22	114
8,	35	107
9,	45	104
13,	5	97
14,	32	94

Zeit		Gewicht
St.	M.	
24,	0	73
26,	20	68
28,	30	63
30,	0	60
34,	0	53
48,	0	36
51,	30	32
54,	0	26
57,	30	21
62,	0	17
72,	0	11
83,	0	6
96,	0	3.

In einer Zeit von vier Tagen war dieser Schwamm also noch nicht völlig wieder trocken.

Das Trocknen muß bey den äusserlichen Oberflächen anfangen und die äussersten Theile des Schwamms werden daher trocken seyn, wenn die inneren Theile noch sehr feucht und naß sind. Nimmt man anstatt eines nassen Schwammes eine Wasserkugel an, welche der freyen Luft ausgesetzt ist; so muß nach dem Gesetze der Oberflächen der Diameter abnehmen in einem einfachen und geraden Verhältnisse der Zeit. Denn die Schwere der Kugel verhält sich wie der Würfel des Diameters. Folglich vermindert sich die Schwere in einem cubischen Verhältnisse mit der Zeit, welche die Luft noch nöthig hat, um die Ausdünstung völlig zu Stande zu bringen.

Erfolgte also die Vertrocknung des Schwamms eben dieser Regel gemäß; so würde die Cubikwurzel der Feuchtigkeit in dem einfachen Verhältnisse der Zeit abnehmen. Da aber der Zugang der Luft zu den innern

Thei-

Theilen des Schwamms nicht so frey ist; so muß der Schwamm auch etwas langsamer trocknen, welches auch in der That aus den vorhergehenden Versuchen erhellet.

Nachdem Lambert durch viele Beobachtungen, welche er so einige Jahre hindurch gemacht, sich gewiß überzeugt hatte, wie lang man die Darmsaiten machen müßte, damit sie von der größten Feuchtigkeit bis zu der größten Trockenheit der Luft nur einen Umlauf machten, so fing er im Jahr 1771 an, drey übereinstimmende Hygrometer von eben der Saite zu machen, die wir vorhin die dünne Saite genannt haben, und welche $\frac{38}{100}$ Linie im Durchmesser hat. Wir wollen diese Hygrometer G, H, Z nennen, um sie von den übrigen zu unterscheiden. Diese lies er einige Monate lang neben einander stehen und bemerkte, daß sie immer einerley Gang behielten.

Im März 1771 schickte er den Hygrometer G dem Prälaten von Felbinger, einem eifrigen Meteorologen. Dieser hatte schon vom Hrn. Prof. Titius einen Hygrometer erhalten, dessen Saite von dem feuchtesten bis zum trockensten Punkte vier Umläufe oder Umgänge machen sollte. Er stellte daher sogleich eine Vergleichung seines Ganges mit dem Gange des Lambertschen an. Beyde Hygrometer stimmten auch würklich mit einander überein. Der Hygrometer des Hrn. Titius hatte eine Spirallinie, deren vier Umgänge in 360 Grade getheilt waren. Damit man sich aber in den Umgängen nicht irren möchte, so hatte Hr. Titius an den beyden Enden einen Faden angebunden, der, wenn die Nadel sich vorwärts drehte, sich von der Saite abwickelte. Weil aber Lambert's Hygrometer nur einen einzigen Umgang macht, so hat es auch

nur einen Zirkel, der in 360 Grade eingetheilt ist. Bey beyden Hygrometern bezeichnet das Zero der Eintheilung die größte Feuchtigkeit, der 180ste Grad zeigt die mittlere Feuchtigkeit an, und die größte Trockenheit der Luft geht bis zum 360sten Grade.

Diese zwey Hygrometer stimmten mit einander ganz gut überein, bis ohngefähr auf einige Grade, welche bald der eine bald der andere vorwärts machte.

Den 20 Nov. 1771 stellte Lambert mit dem Prälaten v. Felbinger vergleichende Beobachtungen an. Er stellte das Hygrometer I in ein Zimmer, welches er nicht heitzen lies; das andere H aber ließ er in dem Zimmer, wo er sich beständig aufhielt, und welches alle Morgen geheitzt wurde. Die ersten Beobachtungen zeigten sogleich, daß die Veränderungen der Feuchtigkeit in Sagan und in Berlin sehr gleichförmig waren. Er suchte hauptsächlich diejenigen Grade mit einander zu vergleichen, welche des Morgens beobachtet worden, weil diese gleichsam das Resultat der täglichen Veränderungen sind, die besonders durch die Würkung der Sonne bey schönem Wetter und durch die des Nachts aufsteigende Dünste verursacht werden. Hr. L. theilt über diese Beobachtungen drey Tabellen a. a. O. mit, wovon die eine die Grade des Hygrometers I enthält, welches er in das ungeheitzte Zimmer gestellt hatte. Die zweyte zeigt die Grade des Hygrometers H an, das er in das warme Zimmer, worin er sich beständig aufhielt, gestellt hatte. Die dritte Tabelle aber enthält Beobachtungen, die mit dem Hygrometer, das er dem Hrn. v. Felbiger geschickt hatte, in Sagan gemacht worden sind. Man sieht daraus, daß die gänzliche Veränderung dieser Hygrometer sehr verschieden ist. Denn sie war für den Hygrometer

I von 21 Graden bis zu 289
H von 191 . . . 268
G von 70 . . . 280

also hatte der Hygrometer I eine Veränderung von 268 Graden, der Hygrometer H von 77 und der Hygrom. G von 210 Graden.

Dieser Unterschied muß hauptsächlich den Umständen zugeschrieben werden, in welchen diese Hygrometer sich befanden. Der Hygrometer A war gleichsam unmittelbar der äussern Luft ausgesetzt. Das Zimmer wurde im Winter nicht geheizt, es war auch fast immer ein Fenster offen, und niemand kam hinein, ausser Hr. L., wenn er die Grade des Hygrometers beobachten wollte. Mit dem Hygrometer H hingegen verhielt es sich ganz anders. Das Zimmer wurde den ganzen Tag hindurch geheizt, die Fenster waren alsdann verschlossen, und im Sommer wurde nur ein einziges offen gelassen. Alles dieses mußte den Hygrometer B nothwendig mehr über als unter den Graden der mittlern Trockene erhalten. Daher konnte auch dieser Hygrometer, da er, besonders in den Wintermonaten an den Veränderungen der äusserlichen Luft nur sehr wenigen Antheil nahm, nicht anders als nur gleichsam die Spuren dieser Veränderungen anzeigen. Das Hygrometer C von Sagan hielt ungefähr das Mittel zwischen den Hygrometern A, B, und befand sich in einem Gang, auf welchem die eine oder die andere Thür fast allezeit offen stand.

Der Gang des Hygrometers I in Berlin und des Hygrometers G in Sagan war bis auf zwey oder drey Grade in den zehn letzten Tagen des Novembers 1771 vollkommen gleich. Nach diesem drehte sich das Hygrometer in Berlin um ein beträchtliches weiter gegen

 die

die Feuchtigkeit hin als das Hygrometer in Sagan. Dies dauerte bis zu Ende des Merzes fort, wo denn das berlinische Hygrometer anfing, fast immer mehr auf dem trocknen zu stehen als das saganische. Gegen den September hin fingen sie wieder an, sich einander zu nähern, so daß bald das eine bald das andere auf dem Trocknen stand. Im November aber fing das berlinische Hygrometer wieder an, sich beständig auf dem feuchten zu erhalten, wie es im vergangenen Winter vom 10 December 1771 bis auf dem 1 April 1772 geschehen war.

Diese Verschiedenheiten zwischen den Hygrometern in Sagan und Berlin hinderten doch nicht, daß ihre besondere Veränderungen sehr gleichförmig waren, nur einige Ungleichheiten ausgenommen, wo diese Hygrometer aus zufälligen Ursachen eine einander entgegengesetzte Veränderung machten oder um einen oder zwey Tage einander zuvor kamen.

Man sieht auch noch, daß die Ursache, welche gegen das Ende des Februars in Berlin die Luft ausserordentlich feucht gemacht hatte, nur einen sehr geringen Einfluß auf das Hygrometer in Sagan gehabt habe. Es war dies ein Südwind, der einen starken Regen, und eine feuchte Witterung gebracht hatte; es scheint aber, daß dieser Wind in Sagan viel geringer geherrscht habe.

Da die hygrometrischen Veränderungen in Berlin und Schlesien sehr ähnlich waren, so zweifelte Lambert nicht, daß sie solches auch in einem weitern Strich Landes seyn würden. Er verglich daher seine Beobachtungen in Berlin mit denen des Hrn. Maschenbauer in Augsburg; dieser fand seine Hygrometer auf dem trockensten Grade den 28sten Junius 1772, in Berlin

aber

aber geschah dies erst den 29sten Nachmittags, wo das Hygrometer den 291sten Grad anzeigte. Die Trockene erfolgte also in Berlin einen Tag später als in Augsburg. In Sagan hatte das Hygrometer den trockensten Grad am 20sten Junius, den 28sten und 29sten aber einen weniger trocknen angezeigt.

Die gröste Feuchtigkeit wurde zu Augsburg den 13ten September 1771 bemerkt, in Berlin war den 12ten December Abends ebenfalls eine sehr starke Feuchtigkeit, und das Hygrometer stand auf den 74sten Grad, aber diese Feuchtigkeit wurde noch von derjenigen übertroffen, die den 29sten Februar 1772 einfiel, wo das Hygrometer A auf dem 21sten Grade unter dem Zero sich befand. Dem ungeachtet kann die Feuchtigkeit vom 12ten December in Berlin immer mit der Feuchtigkeit vom 13ten December in Augsburg für gleichlaufend angesehen werden; so daß man in dieser Absicht sagen kann, daß sie in Berlin um einen ganzen Tag früher erschienen, da im Gegentheil die gröste Trockene in Augsburg um einen ganzen Tag früher eingefallen war. Die Lage dieser beyden Städte sowohl in Ansehung des Meers als in Ansehung der Winde, macht, daß in allen diesen Umständen alles sehr natürlich zugeht. Herr Lambert stellt noch andere sehr interessante Vergleichungen zwischen den Hygrometerbeobachtungen zu Berlin und Augsburg an; aber es würde uns zu sehr von unserem Zweck abführen, wenn wir uns in eine umständliche Erzählung derselben hier einlassen wollten.

Lowitz.

Der merkwürdige Durchgang der Venus durch die Sonne im Jahre 1769 gab Anlaß, daß die Russische Kaiserin Catharina 2te eine gewisse Anzahl von Gelehrten in verschiedene Provinzen ihres weitläuftigen Reichs verschickte, sowohl zur Beobachtung dieser astronomischen Begebenheit, als auch die geographischen Lagen noch mehrerer Oerter zu bestimmen. Unter ihnen befand sich auch Lowitz. Seine Bestimmungs-Oerter waren Gurief, eine kleine Festung an der Mündung des Ural Flusses in das Caspische Meer, woselbst er den Vorbeigang der Venus bey der Sonne beobachtete, alsdann Astrachan, Kislär, Mostock in Circassien, Zarizin, Saratof und Dmitriefsk.

Er hatte seinen Sohn Tobias auf dieser Reise von St. Petersburg mitgenommen. Nächst den astronomischen Beschäftigungen, zu welchen er vom Vater auf diesen Reisen angehalten wurde, fand er sein größtes Vergnügen eine Sammlung Naturalien zusammen zu bringen; daher er, ob ihm gleich die systematischen Eintheilungen und Benennungen unbekannt waren, doch alle verschiedene Species von Mineralien, Pflanzen und Insekten und andern Merkwürdigkeiten, die er nur zusammen bringen konnte, einsammelte.

Als er nun zur Zeit seines Aufenthalts in Dmitriefsk, an einem warmen Sommertage 1772 die am Ufer der Wolga befindlichen Steine durchsuchte, kamen ihm daselbst eine Menge dünner blaulichter Schiefer-Steine vor, die er aber wegen ihrer Menge, und da er solche für einen blossen Thon-Schiefer hielt, anfänglich nicht achtete: indem er sich also nach andern Sachen umsah, nahm er mehr aus Tändeley als eine Absicht dabey zu haben ein dünnes Blätchen von diesem Schie-

Schiefer in den Mund zwischen die Lippen, als er einige Minuten darauf solches wieder wegwerfen wollte, war es so fest an die Lippen geklebt, daß er nicht nur den Mund nicht öffnen konnte, sondern auch, da er es unvorsichtigerweise gewaltsam aus dem Munde riß, die Haut der Lippen nebst vielem Blute an selben hängen geblieben war, welches ihm einen heftigen Schmerz verursachte.

Dieser Umstand machte ihn aufmerksamer und er bemerkte, daß diese Steine mit grosser Begierde Wasser in sich saugen, indem, da er ein solches Blätchen in den Fluß hielt und sogleich wieder herausnahm, das an seiner Oberfläche hängen gebliebene Wasser sehr geschwind verschwand.

Nachdem er hierüber mehr nachdachte, verfiel er auf den Gedanken, ob diese Steine nicht auch eben sowohl die Feuchtigkeit der Luft anziehen sollten, und daher einen Hygrometer abgeben könnten. Um sich hiervon zu überzeugen, stellte er nach der Anweisung seines Vaters, welchen er hierüber befragte und dem dieser Einfall zu gefallen schien, folgende Versuche an.

Er befestigte nächst dem Fenster eine Goldwage, an deren einen Ende er einen solchen Stein hing, und sie durch Gegenwicht ins Gleichgewicht brachte, welches morgens früh geschah; in weniger als einer Viertel-Stunde bemerkte man schon eine Abnahme am Gewichte des Steins, dieses Abnehmen dauerte bis Nachmittags fort, und betrug ungefähr 10 Grane; hierauf nahm der Stein gegen Abend an Schwere wieder zu. Dieser Erfolg vergnügte ihn so sehr, daß er, um diese Beobachtungen genauer fortzusetzen, zwey viereckigte Täfelchen von diesen Steinen, von gleicher Grösse und Dicke verfertigte, welche er dann alle Stunden wog

und fand, daß sie in ihrer Zu- und Abnahme an Gewicht allezeit mit einander übereinstimmten; zugleich machte er auch statt des Gewichts kleine Häckchen aus Drath von 1, 2, 4, 5 bis 10 und mehreren Granen, die er bey jedesmaligem Wägen, ohne die Wage dabey in starke Bewegung zu setzen, nachdem die Steine schwehrer oder leichter wurden, bequemer aneinander hängen oder wegnehmen konnte.

Eins von diesen Täfelchen legte er ins Wasser, um zu erfahren, wie viel dasselbe einzöge. Das eindringende Wasser trieb alsobald eine Menge Luft, die die ganze Oberfläche des Täfelchen in Gestalt kleiner Bläschen überzog, heraus. Damit es Zeit hätte sich vollkommen zu sättigen, ließ er es über Nacht im Wasser liegen, worauf er solches herausnahm von aussen mit einem Tuche abtrocknete und wieder in die Wage hing, da es dann 253 Grane schwer war; ehe es aber ins Wasser gelegt war, nur 109 wog. Dieses eingezogene Wasser ließ es so geschwind wieder fahren, daß es nach wenigen Stunden mit dem andern Täfelchen, welches nicht ins Wasser gelegt war, wieder übereinstimmte.

Diese Entdeckung bewog seinen Vater weitere Versuche mit diesen Steinen zu unternehmen. Daher legte er, um das eigenthümliche Gewicht dieses Steins, das ist, im höchsten Grad der Trockenheit, zu erfahren, dasselbe Täfelchen mit welchem er den letzten Versuch im Wasser unternommen hatte, behutsam in ein Kohl-Feuer, und erhitzte es bis zum Glühen, um gewiß zu seyn, daß alle darin befindliche Feuchtigkeit durch die Gewalt des Feuers herausgetrieben sey. Hierauf brachte er solches in voller Hitze wieder an die Waage, da es dann 175 Grane wog, welches nunmehr das eigene

Ge-

Gewicht des Täfelchens ausmachte. Beym Erkälten nahm es auch gleich wieder an Gewicht zu, indem es die Feuchtigkeit aus der Luft anzog.

Um sich nun zu überzeugen, ob es nach ausgestandner Gewalt des Feuers noch eben so viel Wasser als zuvor einzöge, ward es nochmals ins Wasser gelegt und nach völliger Sättigung wog es 247 Grane, also 6 Grane weniger als das erste mal. Dieser Abgang ward auch in der Folge bey allen andern Täfelchen bemerkt, und scheint vom Verluste gewisser Theilchen des Steins selbst, die im Feuer zerstörbar sind, herzurühren. Die größte Menge Feuchtigkeit, die dieses Täfelchen verschlucken konnte, war also 72 Grane. Wenn man daher von jedesmalig untersuchtem Gewichte des in der freyen Luft hängenden Steins, das eigene Gewicht desselben, das man durch das Glühen gefunden hat, abzieht, so zeigt der Rest die Menge der im Steine befindlichen Feuchtigkeit an, welche dann allezeit nach Beschaffenheit einer trocknen oder feuchtern Luft auch verhältnißmässig weniger oder mehr beträgt.

Hieraus folgt, daß dieser Art Hygrometer ein hoher Grad der Vollkommenheit eigen ist, indem man an ihnen zwey bestimmte Punkte, nämlich sowohl den höchsten Grad der Trockenheit als auch der Nässe, welche beyde Extremitäten die Natur selbst zu überschreiten nie vermögend ist, festsetzen kann. Diese Vollkommenheit mangelt selbst der vortreflichen Erfindung des Thermometers, indem sowohl derjenige nur geringe Grad von Hitze, der das Glas schmelzen macht, und das Quecksilber in Dünste auflößt als auch derjenige Grad der natürlichen Kälte, der sich öfters in Sibirien ereignet, und das Quecksilber verhärtet, dem weitern Gebrauch des Thermometers Grenzen setzen.

Man

Man gab den Täfelchen, die man nachher zum beständigen Gebrauch bestimmte, in der Folge eine runde Form, weil sich bey den eckigten die Ecken leicht abstossen. Uebrigens ist die Zubereitung der Täfelchen sehr leicht, indem man solche, nachdem man ihnen die runde Gestalt gegeben hat, nur so lange zwey zugleich mit Wasser und feinem Sande auf einander reiben darf, bis sie die ihnen zugedachte Dünne erreicht haben. Je dünner sie gemacht werden, desto besser sind sie, indem dadurch die ganze Masse des Steins dem unmittelbaren Zutritt der Luft eine grössere Oberfläche darbietet, und daher die verschiedenen Veränderungen der Luft in Ansehung der Menge der in ihnen enthaltenen Feuchtigkeit, geschwinder anzuzeigen, fähiger werden.

Man könnte diesem Hygrometer den Vorwurf machen, daß es die Abwechselung in der Luft nicht geschwind genug ausdrücke, allein es geschieht gewiß in eben so wenig Zeit, und wenn es sehr dünn geschliffen ist, wohl noch geschwinder als die Vergrösserung und Verminderung des Raums des Quecksilbers, durch die jedesmalige Zu- und Abnahme der Wärme im Thermometer, bis sie nämlich das Quecksilber und die Glas-Röhre, in welcher solches enthalten, in allen Theilen gleichförmig durchdringen und wieder verlassen kann. Nunmehr kam es darauf an, eine Maschine ausfündig zu machen, vermittelst welcher man die Beobachtungen an diesem Hygrometer auf das leichteste, bequemste und genaueste anstellen könne.

In dieser Absicht ward folgende Einrichtung gemacht: In der Figur (Fig. XX.) wurde an die Seite eines Brettes a, welches ungefähr eine Hand breit und 2 Fuß lang war, ein Schieber b vermöge des sogenannten Schwalbenschwanzes solchergestalt gefügt, daß

man

man ihn an dem Brette, welches an demjenigen Fenster, wo die Hygrometer ausser demselben in der freyen Luft hingen, befestigt ward, frey auf- und abschieben konnte; an das Brett a befestigte er, in c eine sehr gute Waage, an deren Schenkel d hängte er das eine Ende einer aus Silberdrath verfertigten aus kleinen in einandergefügten Ringen bestehenden Kette, welche ungefähr so schwer seyn muß, als das Gewicht der Menge des Wassers beträgt, welches das Hygrometer zu seiner Sättigung erfodert, das andere Ende dieser Kette ward an dem obern Theile des Schiebers b bey e befestigt, hierauf schob er den Schieber so lange in die Höhe, bis die Waage völlig im Gleichgewicht stand, alsdann zog er an einer willkührlichen Stelle z. B. von dem Brette a in den Schieber b eine f g, darauf hieng er an den andern Schenkel der Waage in k ein Gewicht von 10 Gran, worauf er dann den Schieber so weit herunter schob bis die Waage wieder vollkommen ins Gleichgewicht kam, worauf der Zeiger y z. B. bey i. zu stehen kam. Diesem Zwischenraum von f bis i theilte er in 10 gleiche Theile, deren jeder einen Gran bedeutete, diese Eintheilung ward so weit fortgesetzt als es schien, daß es nöthig seyn könne. Auf dem Schieber machte er ebenfalls vom Zeiger g an eine Eintheilung von 10 gleichen Theilen, deren jeder Theil aber genau um $\frac{1}{10}$ kleiner war als die Theile der Scale fk, welches dazu diente, um beym Wägen auch vollkommen den zehnten Theil eines Granes bestimmen zu können, indem nämlich die Zahl desjenigen Strichs der Scale gl, der genau auf einen Strich der Scale fk stößt, anzeigt, wie viele Zehntheile noch über diejenigen Grane sind, unter welchen zunächst der Zeiger g steht.

Hier-

Hierauf wurde für jedes Täfelchen, welches zu Beobachtungen bestimmt war, ein Gewicht aus Messing gemacht, das vollkommen so viel wog, als die eigenthümliche durch das Glühen gefundene Schwere des Täfelchens betrug. So oft man nun den Zustand des Hygrometers untersuchen wollte, hing man an die Waage e und in d dasjenige Gewicht, welches der eigenthümlichen Schwere des Täfelchens gleich war; wäre nun in dem Hygrometer nicht die geringste Feuchtigkeit vorhanden, so würde der Zeiger g auf α in f zu stehen kommen. Da aber jederzeit nach Verschiedenheit der Witterung mehr oder weniger Wassertheile darinnen sind, und diese also in k ein Uebergewicht verursachen, so müßte man solches durch Verlängerung der Kette in d vermittelst des Schiebers b ins Gleichgewicht bringen, da denn die Stelle des Zeigers g an der Eintheilung fk bey einer jeden Beobachtung die Menge der im Steine befindlichen Feuchtigkeit aufs genaueste angab.

Weil diese Hygrometer so gehängt werden müssen, daß die freye Luft einen ungehinderten Zutritt zu ihnen hat, so muß man besorgt seyn es so zu verfügen, daß kein Regentropfen oder sonst eine zufällige Feuchtigkeit darauf kommen kann; indem sie widrigenfalls ein Gewicht angeben würden, welches der Absicht die man dabey hat, nämlich die grössere oder geringere Menge der in der Luft würklich aufgelößt enthaltenen Feuchtigkeit zu bestimmen, nicht entsprechen würde.

Bey einer lange anhaltenden, nassen und regnichten Luft enthielt ein solches Hygrometer über 55 Grane Feuchtigkeit, und im Jahre 1774 bey einer sehr lange daurenden ausserordentlichen Hitze, bey der die den

Sonnenstrahlen ausgesetzte Erde so brennend heiß war, daß die Aepfel welche von den Bäumen fielen, auf derselben gleichsam wie in einem Ofen gebraten wurden, und wobey das Thermometer im Schatten 83 Grade nach de l'Isle oder 113 nach Fahrenheit zeigte, enthielt dasselbe Hygrometer nur 1½ Gran Feuchtigkeit.

Diese Hygrometer können freylich noch nicht in gemeinen Gebrauch kommen, da bisher noch an keinem andern Ort die Steine dazu ausfündig gemacht worden sind. Auf einer Lust-Reise, die Hr. Lowitz im September und October des 1782sten Jahres zu Fuß über Mainz, Strasburg, Basel und Bern nach den schweizer Alpen bis auf den St. Gotthard und von da über Zürich, Schafhausen, Stuttgard, Heidelberg, Frankfurt und Gotha wieder zurück nach Göttingen, unternahm, ließ er es sich sehr angelegen seyn, eine gleiche Steinart irgendwo zu entdecken, welches ihm aber nicht glückte.

Selbst derjenige Distrikt, wo dieser Schiefer sich bey Dmitriefsk in sehr grosser Menge befindet, ist nicht beträchtlich, indem nämlich nur die steile und ungefähr 10 oder 15 Klafter hohe Ecke des rechten Ufers der Wolga, wo die Kamüschinka in dieselbe ausfließt, und auf deren Höhe ehedem die Stadt Kamüschinka gestanden hat, von welcher gegenwärtig nur der Wall und die Gruben der Keller noch zu sehen sind, ganz aus diesem Thon-Schiefer, welcher in horizontalen Lagen auf einander liegt, besteht.

Die Tafeln dieses Schiefers sind von verschiedener Dicke, und lassen sich durch Hülfe eines Messers gleichsam wie Marienglaß in dünnere Blätter spalten; die meisten sehen blau aus, und diese sind zum Gebrauche die besten, dahingegen andere von weisser Farbe keine

so

so feste Consistenz haben, und daher zerbrechlicher als die blauen sind; sie haben einen ganz eigenen Geruch; der sich vorzüglich äussert, wenn man sie mit Wasser sättigt, durch das Glühen aber verliehren sie so wohl den Geruch als auch die Farbe und werden mehr gelbe röthlicht; man sieht in ihrer Masse eine Menge sehr feiner glänzender Pünktchen.

Das andere Ufer der Kamüschinka besteht aus einem rothbraunen weichen Thone, der in eben solchen dünnen Blättern in horizontalen Lagen aufeinander liegt, und der, wenn man ihn trocknet dieselbe Eigenschaft hat, die Feuchtigkeit aus der Luft anzuziehen. Es ist daher zu vermuthen, daß der Hygrometer Stein, eben ein Thon gewesen sey, und seiner Lage wegen, indem er den ganzen Tag den Sonnenstrahlen ausgesetzt ist, durch die Länge der Zeit so sehr verhärtet ist, da hingegen zu jenen die Sonnen-Strahlen fast niemals gelangen können.

Der junge Lowitz schickte hernach dem Herrn Etatsrath Baron von Asch ein paar Stücke von diesem Thonschiefer, und dieser überschickte solche in der Folge an das Naturalienkabinet zu Göttingen. So kamen sie in die Hände des Herrn Hofrath Lichtenberg, und auch dieser fällte das Urtheil darüber, daß unter den mannigfaltigen Hygrometern, die den Grad der Feuchtigkeit durch Abwege angeben, diesem, die übrige sinnreiche Einrichtung nicht einmal gerechnet, der Vorzug bey weitem gebühre. Von der Entdeckung ähnlicher Schiefer an andern Orten ist noch zur Zeit wenigstens nichts bekannt geworden.

P.

P. Inochodzow.

Einige Untersuchungen und Beobachtungen über das von Lowitz aufgebrachte neue Hygrometer theilt Herr Inochodzow in St. Petersburg in einer Abhandlung, welche sich in den Actis Acad. Imp. Scient. Petrop. befindet, mit a).

Electa, sagt er, et nostro usui apta, dicti lapidis frusta scindimus in laminas tenues, et conciliata illis figura circulari, terebamus unum discum supra alterum, principio mediante arena scriptoria et aqua, denique sola aqua ultimam inducebamus polituram; observando ut eadem ubivis, quousque licet maneat crassities; quod machina huic scopo convenienti facilius, citius et accuratius, quam nudis manibus, uti nos fecimus, obtineri potest.

Gradum humiditatis maximae reperimus detinendo lapidem, dicto modo praeparatum sub aqua donec ea plene saturetur; tum repetito saepius diversis temporibus experimento, lapidem semel aqua impraegnatum constans habere pondus, et rarissime nisi unico grano discrepare, deprehendimus. Tempus vero minimum quo eiusmodi lapis plene saturatur, exacte determinare non licet, ab initio enim plus, deinde minus imbibit, sufficit, si per aliquot horas sub aqua detineatur. Lapis ex aqua extractus, antequam librae applicetur, linteolo leniter abstergendus est, ut superflua tollatur aqua.

Alterum terminum, summae scilicet siccitatis, invenimus exponendo lapidem igni ad decem circiter minuta prima et eximendo, illum forcipe ponderaui-mus.

a) Novum Hygrometri genus descriptum S. Act. Acad. Imp. Sc. pro anno 1778. P. II., p. 193-204.

mus excandescentem. Lapidem igni paulatim admovere necessum est; alias enim cum fragore disrumpitur; et ut ponderatio cito absolvatur, libra cum sacomate aliquantum leviori sit ad manus. Hoc etiam experimentum bis et ter cum nonnullis lapidibus repetiimus, ac semper pondus lapidis non nisi uno, vel sesqui grano, quem in igne perdit, minui deprehendimus.

Post candefactionem immersimus iterum lapidem in aquam, ut denuo summum humiditatis gradum haberemus, atque observavimus lapidem eandem prope quantitatem aquae recipere, ac si non esset ignitus, et non nisi uno vel sesqui grano, ut antea monuimus, differre.

Hoc modo notatis in utroque experimento ponderibus lapidis ex igne et aqua postremum exemti, habetur certe mensura, seu scala, ad quam humorem in aëre latentem referre licet: Humiditas enim aëris definiri potest ex ratione densitatis vaporum ad densitatem aquae.

Sit pondus lapidis ex aqua extractum . . P.
et ex igne exemtum . . . . Π.
pondus quodam tempore observatum . . Q.
et humiditas aëris huic observationi respondens . H.

erit $H = \frac{Q - \pi}{P - \pi}$ vel ponendo $P - \pi$

$= M$, erit $H = \frac{Q - \pi}{M}$.

$= \frac{1}{M} Q - \frac{\pi}{M}$.

ubi $\frac{1}{M}$ et $\frac{\pi}{M}$ sunt termini constantes. Sit porro

pon-

pondus eiusdem lapidis alio tempore obſervatum = q, et humiditas pro hac obſervatione = b, erit b = $\frac{q - \pi}{M.}$, et H : b. = Q — π : q — π : hoc eſt: humiditates ſunt uti exceſſus ponderum lapides ſupra pondus eiusdem ex igne depromti. Praeter indicatos terminos aſſignari poſſunt ex ipſis obſervationibus duo alii, ſiccitatis nempe aeſtiuae et humiditatis autumnalis vel hybernae, indeque media aëris conſtitutio concludi, quae etiam habetur in conclavi mediocriter tepefacto. His notatis adnecti poteſt Scalae Hygrometricae, prout in barometris fieri ſolet, tabella oſtendens variam coeli temperiem ſiccam et humidam.

Non acquievimus primis tentaminibus in Dmitriewſk habitis, quorum annotationes iniuria temporis perierunt, reduces Petropolin adportauimus nobiscum nonnullos eiusmodi lapides rudes, cum quibus hic denuo experimenta inſtituimus, atque diuturnitate temporis rem comprobare voluimus. Operam inprimis dedimus, ut plures capiamus obſervationes, ex quibus ſequentia derivavimus.

1. Quo diſcus lapidis maior, eo melius aëris mutationes dignoſci poſſunt.

2. Quo tenuior, eo ad praeſtandum Hygrometrum aptior; ob craſſitiem enim minus ſenſibilis eſt, nec cito exſiccatur.

3. Lapides hos per quatuor annos mutationem non ſubiiſſe, quod quolibet tempore mergendo illos in aquam, et poſtea ponderando, experiri licet.

4. Ut diverſa Hygrometra ſint concordantia, eandem exacte magnitudinem et craſſitiem habeant, ſimulque pondera ipſorum, a primo initio ex aqua extrac-

tractorum, sint aequalia necesse est; quod attendo alterutrum lapidem supra tertium haut difficulter praestare licet. Non possumus tamen diffiteri, exiguam discrepantiam inter nonnullos hosce lapides deprehendi; dum scilicet ex igne eximuntur, non idem acurate pondus habere, sed granis duobus vel tribus differre; quod ab imperfecta ipsorum aequalitate et forsan ipsa densitate provenire, nullum est dubium. Nihilominus effecimus duos lapides quorum unus ex igne exemtus ponderabat 126,5 grana, alter vero 126, ille aqua inbutus gravis erat 179 granorum, et hic 178½; ante candefactionem vero uterque 180 grana ponderabat. Institutis per octo menses quotidie observationibus, differentia inter illos nunquam sesqui granum superabat. Quod si igitur machina idonea et manus exercitati artificis adhibeatur, eiusmodi Hygrometra concordantia confici posse non dubitamus.

5. Cum lapidibus diversae magnitudinis, sed eiusdem pene crassitiei, instituimus etiam observationes, et reperimus omnes illos incrementa ac decrementa humiditatis simul indicare, et pondera humiditatem indicantia sequi prope rationem diametrorum duplicatam. Hanc tamen regulam non esse intelligendam in rigore mathematico ingenue fatemur; ob rationem enim supra allatam, cui addi potest, quod lapides diu expositi (suspensique in arca cuius fundus perforatus, ut aëri liber aditus pateat.) ponderabantur vero in conclavi hyeme calefacto; hinc mensibus hybernis citius quam aestivis anomaliae quaedam interdum observatae sunt. Huc etiam conferre aliquid potest attritus ipsius librae, ad succinctam cuius descriptionem nunc accedimus,

quo-

quoniam illa in capiendis his experimentis et observationibus praecipuum constituit instrumentum.

John Smeaton.

Smeaton bemühte sich das Hygrometer aus hanfenen Schnüren zu verbessern und ihm feste Punkte zu geben b). Eine 35 Zoll lange und $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{30}$ Zoll dicke Schnur, die man vorher in Salzwasser gesotten, gedehnt und eine Woche lang durch Gewichte von 1-2 Pfund gespannt hatte, wird oben an einem Geigenwirbel befestigt und endigt sich unten an einem messingenen Drate, der das Ende eines mit $\frac{1}{2}$ ℔ Gegengewicht beschwerten Zeigers dreht. Dieser Zeiger ist 12 Zoll lang und weiset auf einen Gradbogen, der eine Theilung von 0 bis 100 hat. An einem trocknen Tage wird die wohl ausgetrocknete Schnur an ein mässiges Feuer gestellt und mit dem Wirbel so aufgewunden, daß der Zeiger aufsteht. Dann wird sie mit warmen Wasser so lang angefeuchtet, bis sie weiter keine Verkürzung dadurch erleidet; worauf man dann den Gradbogen so weit näher oder weiter abrückt, daß der Zeiger in dieser Lage den Punkt 100 trifft. Es fällt aber in die Augen, daß in dieser Bestimmung der festen Punkte keine hinreichende Gewißheit liegt. Doch es ist der Mühe werth, Smeatons eigene Worte zu hören.

Having some years ago attempted, sagt er, to make an accurate and sensible Hygrometer, by means of a hempen cord, of a very considerable Length, I

b) Description of a new Hygrometer by Mr. *John Smeaton.* F. R. S. in den Philos. Transact. Vol. LXI. for the year 1771. P. 1. n. XXIV. p. 198-211.

I quickly found, that, though it was more than sufficiently susceptible of every change in the humidity of the atmosphere, yet the cord was, upon the whole in a continual state of lengthening. Though this change was the greatest at first, yet it did not appear probable that any given time would bring it to a certainty; and futhermore it seemed, that, as the cord grew more determinate in mean length, the alteration by certain differences of moisture grew less. Now as, on considering Wood, paper, catgut, etc. there did not appear to be a likelihood of finding any substance sufficiently sensible of differences of moisture,* that would be unalterable under the same degrees thereof; this led me to consider of a construction which would readily admit of an adjustment; so that, though the cord whereby the instrument is actuated may be variable in itself, both as to absolute length, and difference of length under given degrees of moisture, yet that, on supposition of a material departure, yet that, on supposition of a material departure from its original scale, it might be readily restored thereto, and in consequence that any numbers of hygrometers similarly constructed, might, like thermometers, be capable of speaking the same language.

The two points of heat, the more readily determinable in a thermometer, are the points of freezing and boiling water. In like manner, to construct hygrometers which shall be capable of agreement, it is necessary to establish two different degrees of a moisture which shall be as fixed in themselves and to which we can as readily and as often haue recourse as possible. One point is given by making the substance perfectly wet, which seems sufficiently

ficiently determinable; the other is that of perfect dry; but which I do not apprehend to be attainable with the same precision. A readiness to imbibe wet, so that the substance may be soon and fully saturated, and also a facility of parting with its moisture, on being exposed to the fire to dry, at the same time that neither immersion in water, nor a moderate exposition to the warmth of the fire, shall injure its texture; are properties requisite to the first mover of such an hygrometer, that in a manner exclude all substances that I am acquainted with, besides hempen ano flaxen threads or cords, and what are compounded thereof.

Upon these ideas, in the year 1758 I constructed two hygrometers, as near alike as possible, in order that I might have the means of examining their agreement or disagreement on similor or dissimilor treatment. The interval or scale between dry and wet, I divided into 100 equal parts, which I call the degrees of this hygrometer. The point of 0 denotes perfect dry; and the numbers increase with the degrees of moisture to 100, which denotes perfect wet.

On comparing them for some time, when hung up near together in a passage or stair-cose, where they would be exposed to as free an air as possible in the inside of the house, I found that they generally were within one degree, and very rarely differed two degrees; but, as these comparisons necessarily took up some time, and were frequently interrupted by long avocations from home, it was some years before I could form a tolerable judgement upon them. One thing I soon observed, not altogether to my liking; which was, that the flaxen cords, which I made use of, seemed to make so much resi-

stance to the entry of small degrees of moisture (such as is commonly experienced within doors in the situation above mentioned) that all the changes were comprized within the first 30 degrees of the scale, but yet on exposing them to the warm steam of a wash-house, the index quickly mounted to 100. I was therefore desirous of impregnating the cords with something of a saline nature, which should dispose them more forcibly to attract moisture; in order, that the index might, with the ordinary changes of moisture in the atmosphere, travel over agreater part of the scale of 100 how to do this in a regular and fixed quantity, was the subject of many experiments, and several years interrupted enquiry. At last, I tried the one here-after described, which seemed to answer my intentions in a great measure; and though, upon the whole, it does not appear likely that this instrument will ever be made capable of so accurate an agreement, as mercurial termometres are made to be; yet, if we can, reduce all the disagreements of an hygrometer within $\frac{1}{40}$ th. part of the whole scale, it will probably be of use in some philosophical enquiries, in lieu of instruments which have not as yet been reduced to any common scale at all.

Fig. XXI. and XXII. A B C is an orthodraphick delineation of the whole instrument seen in front in its true proportion.

D E is that of the profile, or the instrument seen edgeways. F G in both, represents a flaxen cord, about 35 inches long, suspended by a turning peg F and attached to a loop of brass wire at A which goes down into the boxcover H, which defends the index,

dex, etc. from injury, and by a glass exposes the scale to view.

Fig. XXIII. shews the instrument to a larger scale, the upright part being shortened, and the bux cover removed; in which the same letters represent the same parts as in the precceeding figures; G I are two loops or long links of brass wire, which lay holdof the index K L, moveable upon a small studd or center K. The cord F G is kept moderatily strained by a weight, M, of about half a pound avoir-dupoize.

It is obvious, that as the cord lengthens and shortens the extremes end of the index rises and falls, and successively passes over. The scale, disposed in the arch of a circle, and containing 100 equal divisions. This scale is attached to the brass sliding ruler QP which moves upon the directing piece RR fixed by screws to the boord, which makes the frame or base of the whole, and the scale and ruler NQP is retained in any place, nearer to or further from the center K, as may be required, by the Screw S.

Fig. XXIV. represents in profile, the sliding piece and studd I (Fig XXIII.) which traverses upon that part of the index next the center K and which can, by the two screws of the studd, be retained upon any part of the index that is made parallel, and which is done for 3 or 4 inches from the center for that purpose. The studd is filed to the edges like the fulcrum of a scale beam, one being formed on the under side, the other upon the upper, and as near as may be to one another. An hook formed at the lower end of the wire loops CI retains the index by the lowermost edge of the studd, while the weight M, hangs by a small hook upon the upper edge: by

these means the index is kept Steady and the cords Strained by the Weight, with very little friction or burthen upon the central studd K.

Fig. XXV. is a parallelogram of plate bras, to keep out dust; which is attached to the upper edge of the box cover necessarily cut away, to give leave for the wire GI to traverse with the sliding studd (Fig. XXIV.) nearer to, or further from, the center of the index K; and where in (Fig. XXV.) a is an hole about ⅓ of an inch diameter, for the wire GI to pass through, in the rising and falling of the index freely without touching; b. is a slit of a lesser size sufficient to pass the wire, and admit the caver to come off without deranging the cord or index; c. c. are two small screws applied to two slits, by which the plate slides lengthways, in order to adapt the hole a to the wire GI, at any place of the studd I upon the index KL,

In this construction the index KL being 12. inches long, 4 inches from the extreme end are filed so narrow in the direction in which it is seen by the eye, that any part of these 4 inches, lying over the divisions of the scale, becomes an index thereto. The scale itself slides 4 inches, so as to be brought under any part of the 4 inches of the index, attenuated as before mentioned.

The position of the directing piece RR is so determined, as to be parallell to a right line drawn through the point o upon the scale, and the center K of the index forms a part of a radius, or right line from the same center, it follows that whenever the index points to o upon the scale, though the scale is moved nearer to or further from the center of the

the index, yet it produces no change in the place to which the index points.

When the devided arch of the ſcale is at 10 inches from the center (that is, at its mean diſtance) then the center of the arch and the center of the index are coincident. At other diſtances, the extremes of which are 8 or 12 inches, the center of the diviſions and center of the index, pointing thereto, not being coincident, the index cannot move over ſpaces geometrically proportionale to one another in all ſituations of the ſcale; yet the whole ſcale, not exceeding 30 degrees of a circle, it will be bouund on computation, that the error can never be ſo great as $\frac{1}{100}$ th. part of the ſcale, or 1 degree of the hygrometer; which in this inſtrument being conſidered as an indiviſeable, the mechanical error will not be ſenſible.

The cord here made uſe of is of flax, and betwixt $\frac{1}{20}$ th. and $\frac{1}{30}$ th. of an inch in diameter; which can readily be aſcertained by meaſuring a number of turns made round a pencil or ſmall Stick. It is a ſort of cord uſed in London for making nets, and is of that particular Kind called by net makers flaxen three threads laid. I do not imagine that the fabrick of the cord is of the moſt material conſequence; but yet I ſuppoſe, when cords can be had of ſimilar fabrick, and nearly of the ſame ſize, that ſome ſmall ſources of variations will be avoided. In general I look upon it that cords, the more they are twiſted, the more they vary by different degrees of moiſture and the leſs we are certain of their abſolute length; therefore thoſe moderately twiſted, I ſuppoſe, are lickely to anſwer beſt.

A

A competent quantity of this cord was boiled in one pound avoir dupoisse of water, in which was put two penny-weights troy of common salt; the whole was reduced by boyling to 6 avoir dupoise, which was done in about half an hour. As this ascertains a given strength of brine on taking out the cord is equally impregnated with salt. The cord being bried, it will be proper to Stretch it; which may be done so as to prevent it from untwisting, by tying three or four yards to two nails, against a wall, in an horizontal position, and hanging a weight of a pound or two to the midle, so as to make it form an obtuse angle. This done for a week or more in a room, will lay the fibres of the cord close together, and prevent its stretching so fast after being applied to the instrument, as it otherwise would be apt to do.

I have mentioned the sizes and principal dimensions that I have used; as the instruments may as well be similarly constructed as otherways; but I do not apprehend it to be very material to agree in any thing but the strength of the brine on laking the cerd out of it. If the cord is adapted to the instrument some days before its first adjustment, I apprehend it will be the more setled.

The box cover being taken off, to prevent its being spoiled by fire, and chusing a day naturally dry, set the instrument nearly upright, about a yard from a moderate fire; so that the cord may become dry and the instrument warm, but not so near as would spoil the finest linen by too much heat, and yet fully evaporate the moisture; there let the instrument stay, till the index is got as low as it will go now and then stroking the cord betwixt the thumb and

and finger downwards, in order to lay the fibres thereof close together, and thereby causing it to lengthen as much as possible; when the index is thus become Stationary, which will generaly happen in about an hour (more or less as the air is naturally more or less dry), by means of the peg at top raise or depress the index, till it lays over the point 0; this done, remove the instrument from the fire, and having ready some warm water in a teacup, take a mittling camel's hair pencil, and dipping it in the water gently anoint the cord, till it will drink up no more, and till the index becomes Stationary, and water will no more have effect upon it; which will also generally happen in about an hour. If in this State the index lays over the degree marked 100, all is right: if not slak the screw S, and slide the scale nearer to or further from the center, till the point 100 comes under the index, and then the instrument is adjusted for use: but, if the compass of the slide is not sufficient to effect this, as may probably happen on the first adjustment, slack the proper screws, and move the sliding studd I, nearer to or further from the center of the index, according as the angle formed by the index, between the points of dry and wet, happeneth to be too small or too large for the scale, the quantity can easily bejudged, of, so as the next time to come within the compass of the slide of the scale; the quantity of slide being $\frac{1}{3}$ of the length of the index and consequently its compass of adjusment $\frac{1}{3}$ of the whole variable quantity. Now as sliding the studd I will vary the position of the index respecting the point of 0, this movement is only to be considered as a rough or preparatory adjusment, to bring it

it within the compass of the slide of the scale; which will not often happen to be necessary after first time; but in this case, the adjustment must be repeated in the same manner, by drying and wetting as before described.

It is to be remarked, that, as the cord is supposed impregnated in a given degree with common salt, and this not liable to evaporate, care must be taken in wetting, that no drops of wet be suffered to fall from the cord: for, by the observance hereof the original quantity is preserved in the cord.

These hygrometers were first adjusted, after the impregnation of the cords with common salt, in February 1770; they were kept together in a Stair cose till the Sommer following; they were frequently observed and rarely found to differ more than one degree.

In summer, one of them remaining in the former place, the other was removed into a passage through a building, which having no doors, and the instrument being hung so that neither rain nor the direct rays of the sun could fall upon it, thereby it became exposed to the winds, and the free passage of the open air. In these situations the two hygrometers not only differed very greatly in quantity but even frequently were moving different ways. They were thus continued till January 1771, in which space of time I observed; that the most ordinary place of the index was between 15° and 25° in the open air; that at 40° the atmosphere felt very sensibly moist; but yet it was frequently above 60°; and more than once at 70° or very near. I have therefore marked the point of 0 dry; 20° the mean, 40° moist 70° very moist, 100° wet. I do not, however,

ver, mean those wards (that of dry and wet excepted) as of any other intent, than that of general direction, in like manner as those upon the barometer; leaving the relative degrees of moisture to be judged of by the scale.

In the month of January last, I restored the exposed hygrometer to its former place in the stair case, when both instruments were again compared together; and they rarely differed more than 1. degree, and never so much as 2°. After this, they were both removed together to the out passage; and there they agreed nearly in the same manner, the utmost difference not exceeding 2 degrees. After some tryal here, one of them was readjusted, leaving the other hanging in its place. On restoring the new adjusted instrument to the other they now differed about 5°, the new adjusted one standing so much higher. The day following the other was readjusted also, and afterwards restored to its place with the former, which had been left in the out passage; and after this readjustment they both agreed to 1°. This being observed for some days, one of them was taken down, in order to be paked up for London; this I have now the honour of exhibiting to the Royal Society; and I beg to leave it in the Society's house, that in case any one should be desirous of having an instrument made on the same plan, they may have recourse thereto.

It appears from the foregoing observations, that, in the compass of 11 Monaths the cords had Stretched the value of 5° and I also observed that they both had contracted their compass about 10°. I would, therefore recommend, that an hygrometer should from its first adjustment, be readjusted at the end of three months,

months, and again, at the interval of about six months, to the end of two years from the beginning; and after that I apprehend that once a year will suffice; the best time of adjustment, being in the dry and warm weather of July or August: and by these means, I apprehend the instrument will be always kept within 2° of its proper point.

Respecting the sensibility of this instrument, it has that in a greater degree than its constancy to its scale can be depended upon, which was all that I intended where greather degrees of sensibility are required, to make comparisons at small intervalls of time, the beard of a wild cat, and other constructions may be used, with advantage; this instrument being considered as a cheque upon them as to more distant periods.

Clas Bjerkander.

Dieser schlägt die Carlina vulgaris zu einem Hygrometer vor *). Bekanntlich beugen mehrere Pflanzen die Blätter bey der Nachtzeit zusammen, wodurch sie ein ganz fremdes Ansehen bekommen. Die Blumen schließen sich ebenfalls, die zärtern Theile vor Kälte und härterer Witterung zu bewahren. Zeigt sich aber dergleichen Bewegung bey einer trocknen Pflanze; so kann dies nicht aus der eben genannten Ursache herrühren, sondern von nichts anders als trockner und feuchter Witterung. Und eben dies findet gerade bey der Carlina vulgaris statt.

Nachdem diese Pflanze geblüht hat, bleibt sie vertrocknet stehn, mit Stengel, Blättern und Kelchen bis

*) Versuch zu einem Hygrometrum Florae in den Neuen Abhandl. der königl. Schwed. Akad. der Wiss. 3ter B. für das Jahr 1782 (d. Ueb. Leipzig 1785) p. 80-81.

bis ins folgende Jahr. Während der Zeit sah Hr. B. eine merkwürdige Bewegung, daß der Kelch bey feuchter und trüber Witterung sich zusammen zog, aber bey heiterer und trockner sich öffnete und horizontal stand. Je mehr nachdem die Trockne zunahm, desto mehr beugte sich der Kelch niederwärts, und legte sich doppelt ans Saamenbehältniß.

Nachdem er diese Beobachtung unter freyem Himmel angestellt hatte, nahm er das Gewächs in ein warmes Zimmer, zu untersuchen, was es da für eine Stellung annehmen werde. Er fand aber, daß da der Kelch nicht zusammen ging, sondern immer ausgeschlagen war.

In der Folge befestigte er jährlich einige dieser Gewächse nach dem Blühen aussen vor dem Fenster und bediente sich derselben zu Hygrometern. Sie zeigten oft künftige Witterung an. War es Vormittag heiter und der Kelch öffnete sich nicht; so wurde es Nachmittags gewöhnlich trübe; war es aber früh trübe und der Kelch fing an sich zu öffnen; so wurde es Nachmittags heiter.

Saussüre.

Von Herrn de Saussüre haben wir endlich den Entwurf zu einem Plan einer eigentlichen Theorie der Messung absoluter Quantitäten des in der Luft schwebenden Wassers erhalten b).

Er

b) Essais sur l'hygrometrie à Neufchatel 1783. 8. Deutsch unter den Titel: Versuch über die Hygrometrie. 1 Versuch. Beschreibung eines neuen vergleichbaren Hygrometers. 2 Versuch. Theorie der Hygrometrie. 3 Versuch. Theorie der Ausdünstung. 4 Versuch. Anwendung der vorhergehenden Theorie auf einige Phänomene der Meteorologie durch Horaz Benedict de Saussüre

 Pro-

Er bedient sich zum Hygrometer eines weichen, wo möglich blonden, nicht krausen Menschenhaares, welches aber wegen der anklebenden Fettigkeit in einer Auflösung von 7½ Skrupel Sodasalz in 30 Unzen Wasser 30 Minuten lang, dann noch zweymal etliche Minuten lang in reinem Wasser gekocht, in kaltem abgespült und an der Luft getrocknet werden muß. Ein solches Haar, welches sich von der größten Trokkenheit bis zur größten Feuchtigkeit um 24-25 Tausendtheile seiner ganzen Länge ausdehnt, hatte er unten an einen festen Punkt angehängt, und sein oberes Ende um eine dünne Welle gewunden, die einen Zeiger trug, welcher ihre Drehung auf einer Zifferscheibe anzeigte.

Uebrigens schreibt der Erfinder Herr von Saussüre selbst folgende Verfertigungsart seines Haarhygrometers vor.

Man nimmt eine Parthie feine, weiche, nicht gekräuselte, am liebsten blonde Menschenhaare von einem lebendigen und gesunden Kopfe und nähet sie in ein feines Leintuch. Dieses legt man in einen Kolben mit einem langen Halse, der 40 bis 50 Unzen Wasser hält. Hierin gießt man 30 Unzen Wasser und läßt sich darin achtehalb Skrupel Sodasalz auflösen.

Nun giebt man dem Kolben eine Hitze bis zum Kochen, und unterhält solches gelinde und einförmig 30 Minuten lang; nachher läßt man diese Haare zwey wiederholtemale etliche Minuten lang in reinem Wasser kochen.

Endlich schneidet man den Sack auf, nimmt die Haare heraus, schwenkt sie in einem grossen Gefässe voll

Professor der Philosophie zu Genf (aus dem Franz. von J. D. T. [Titulus]) Leipzig. 1784. 8.

voll kalten, reinen Wassers hin und her, und läßt sie aufgehängt an der Luft trocknen.

Erst wenn sie trocken sind, läßt sich urtheilen, ob sie zum Hygrometer tüchtig sind. Sie müssen rein, weich, glänzend und durchscheinend aussehen, und von einander gut losgegangen seyn. Sind sie rauh, kraus, unscheinbar, undurchsichtig, noch zusammenklebend; so hat man zu ihrer Lauge zu viel Salz genommen. Dergleichen Haare sind zwar sehr empfindlich, aber in ihren Veränderungen ist keine Regelmässigkeit.

Den äussersten Punkt der Feuchtigkeit bestimmt Hr. de S. also: Er feuchtet die innere Fläche einer gläsernen Glocke überall mit einem nassen Schwamm an, hängt das Hygrometer in demselben auf, und setzt dann die Glocke über einen Teller mit Wasser; nun befindet es sich in einer Luft, die durchaus mit Wasser gesättigt ist. Bleibt das Haar lange unter der Glocke; so geschieht es bisweilen, daß die Feuchtigkeit an den Wänden abtrocknet, dann muß man sie aufs neue anfeuchten; wenn nun nach Verlauf von einer oder etlichen Stunden das Haar nicht mehr länger wird, so ist nicht allein das Haar tauglich, sondern man hat auch den Punkt der größten Feuchtigkeit gefunden. Würde es hingegen nach 5 bis 6 Stunden noch immer länger; so müßte man ein solches Haar wegwerfen, weil seine Nervenhaut vom Salz zerstört ist.

Wenn ein Haar vor oder nach der Zubereitung etwa durch ein Gewicht, welches mehr als etliche Grane beträgt, zu stark ausgezogen worden ist: so fängt es bisweilen an kürzer zu werden, nachdem es sich zuvor bis auf einen gewissen Punkt gestreckt hatte; ein solches Haar muß man gleichfalls wegwerfen.

Gut ist es ausserdem, wenn man von Zeit zu Zeit an die Glocke klopft, so lange das Hygrometer darunter hängt, damit die Bewegung des Zeigers desto besser befördert werde.

Soll das Werkzeug einen recht hohen Grad von Güte bekommen; so muß man es nach obiger Operation aus der Glocke nehmen, es viele Tage den mancherley Veränderungen der Feuchtigkeit und Trockenheit aussetzen, und es darnach abermals unter die mit Dünsten erfüllte Glocke setzen. Kommt es nun auf den nämlichen Punkt wieder oder doch wenigstens demselben sehr nahe; so kann man sicher seyn, daß man ein recht gutes Haar gewählt hat.

Herr von S. hat zwar dies ganze Verfahren mit kaltem Wasser angestellt, aber doch gefunden, daß die Wärme hierin auch im geringsten nichts ändert. Die Wärme dehnt zwar, so wie alle Körper, also auch das Haar an sich etwas aus; allein diese Ausdehnung ist hier so unmerklich, daß man sie ohne Fehler bey Seite setzen kann.

Den Punkt der größten Trockenheit bestimmt Saussüre auf eine nicht weniger sinnreiche als sichere Art. Von der Austrocknung der Luft durch Salze hält er doch nicht sogar viel, sondern er wählte lieber das Verfahren, das er bereits im Journal de Physique 1778 Tom. I. p. 43 beschrieben hatte.

Er nimmt nämlich einen cylindrischen Recipienten und biegt ein dünnes Eisenblech in der Gestalt eines halben Cylinders, so daß es sich in den Recipienten schickt und völlig so hoch, aber nur halb so breit als derselbe ist. Dies Blech legt er auf glühende Kohlen, giebt ihm eine Gluthitze, bestreut es auf beiden Seiten mit einem Pulver, das aus gleichen Theilen Salpeter und rohen Weinstein besteht und richtet es

also

also ein, daß nach der Verpuffung das daraus entstehende fixe Alkali die ganze Fläche des Blechs gleichförmig bedeckt; dieses Salz verkalkt er, indem er das Blech eine Viertelstunde lang immer im Glühen erhält, und so verstärkt er das Glühen so lange bis Eisen und Salz eine schöne kirschrothe Farbe erhalten: diese Glut unterhält er eine Stunde lang und nimmt dann das Blech heraus und läßt es so weit abkühlen, daß der Recipient nicht von der Hitze desselben zerspringt. Sobald dieses geschehen ist, schiebt er es, noch beträchtlich heiß, unter den Recipienten, der ebenfalls etwas heiß und völlig trocken gemacht worden ist, und setzt nun sein Hygrometer nebst einem Thermometer auf Metall hinein, wobey zugleich die Gemeinschaft der äussern Luft durch Quecksilber, oder durchs Verstreichen des untern Randes mit weichem Wachs sorgfältig verhindert wird. Zur Beförderung des Nadelganges wird zu Zeiten an die Glocke geklopft, und nach einer Zeit von 24 Stunden der Punkt, wo die Nadel steht, als der Punkt der größten Trockenheit angesehn.

Um indessen alle Zweifel zu heben, ob nicht etwa der feste Stand davon herkomme, daß unter der anziehenden Kraft des Salzes und der auflösenden Kraft der Luft ein Gleichgewicht entstanden; so wird der ganze Apparat in die Sonne oder in die Nachbarschaft des Feuers gebracht, und auf 50 – 60 Grad rund um gleichförmig erwärmt.

Anfangs verlängert sich insgemein das Haar, weil die Wärme dasselbe in kürzerer Zeit durchdringt, als in welcher sie die in demselben enthaltene Feuchtigkeit in Dünste verwandelt und die umliegende Luft diese Dünste verschlucken kann; bleibt daher noch etwas Feuchtigkeit zurück; so wird man finden, daß die nämliche

liche Hitze, wenn sie 2 oder 3 Stunden anhält, den Zeiger nach der Trockenheit hin bewegt.

Im Gegentheil wenn das Haar und die Luft um dasselbe vollkommen trocken sind; so wird sich das Haar in Verhältniß der Hitze beständig verlängern und in der Kälte verhältnißmässig sich auch wieder verkürzen.

Wenn das Haar vollkommen ausgetrocknet, nachher aber stark erhitzt ist, und man es alsdann in eine mittlere Wärme bringt, so kommt es genau wieder auf eben denselben Grad, dahergegen, wenn es noch einige Feuchtigkeit bey sich hat, es diese Wärme jederzeit auf höhere Grade der Trockenheit bringt. Die Verlängerung des Haars durch die Wärme ist das Kennzeichen einer vollkommnen Trockenheit.

Zu einer Beschreibung des Hygrometers selbst mag übrigens folgendes dienen:

Ein gehörig ausgeleuchtetes Haar wird an einem festen Punkte angehängt, sein anderes Ende windet sich um die Fläche eines dünnen Cylinders oder einer Welle, die einen Zeiger trägt, der auf einer Zifferscheibe jede Bewegung der Achse bemerkbar macht. Das Haar wird durch ein Gewicht von 3 – 4 Gran gespannt, das an einem sehr feinen seidenen Faden hängt, der nach entgegengesetzter Richtung um eben diese Welle gewunden ist.

Die XXVste Figur stellt ein nach dieser Art eingerichtetes Hygrometer vor. Das untere Ende des Haars ab wird von dem Boden der Schraubenzange b gehalten. Diese Zange, die bey B besonders vorgestellt ist, endigt sich in eine Schraube, deren Mutter C, die in dem Stücke, worin sie sitzt, umgedreht werden kann, dazu dient die Zange B höher oder niedriger zu stellen.

Das

Das andere Ende a des Haares wird von dem untern Boden der beweglichen gedoppelten Zange a, die bey A besonders vorgestellt ist, gehalten. Diese Zange faßt mit ihrem untern Boden das Haar, und mit dem obern ein sehr feines und geschmeidiges Silberplättchen (Lame d'argent), das sich um die Welle d, die bey D F besonders gezeichnet ist, herumwindet.

Die Welle, woran der Zeiger e e befestigt ist, und die bey E besonders angegeben wird, ist gleich einer Schraube eingeschnitten, deren Gänge im Boden eben gearbeitet sind, damit sich das Silberplättchen, welches durch die Zange a mit dem Haare zusammenhängt, flach und eben hinein legen könne.

Das Silberplättchen ist hier nothwendig, weil, wenn das Haar um die Welle sich unmittelbar anlegen sollte, dieses sich kräuseln und dadurch dem Zuge des Gewichts widerstehen würde.

Daß die Welle nach Schraubenart eingeschnitten ist, hat die Absicht, das Uebereinanderlegen des Silberplättchens zu verhindern. Dieses Plättchen wird an der Welle vermittelst eines Stifts F befestigt.

Das andere Ende der Welle D hat die Form einer Rolle mit flachem Einschnitte, worin ein sehr geschmeidiger Seidenfaden geht, an dem das Gewichtchen in der grossen Zeichnung und g in der besondern hängt. Dies Gegengewicht dient dazu, das Haar in der Spannung zu erhalten, und muß, wenn das Haar von 4 Gran gezogen werden soll, um eben so viel schwerer seyn, als die gedoppelte Zange, die das Haar faßt.

Eben diese Welle geht mit ihrem vordern Ende durch den Mittelpunkt der Zifferscheibe, mit dem hintern Ende aber in dem Arme des gedoppelten Winkels

haken hi, HI, der mittelst der Schraube I an dem Rücken der Scheibe befestigt ist.

Die in 360 Grade getheilte Zifferscheibe wird vermittelst zwey mit Röhren versehener Lappen ll, durch welche die Säulen nn gehen, gehalten. Die Röhren haben Stellschrauben, die dazu dienen, die Zifferscheibe in der erforderlichen Höhe zu befestigen. Die vorerwähnten beyden Säulen stehen auf dem Fusse des Instruments, der mit vier Stellschrauben o, o, o, o, versehn ist, um dem Instrument eine lothrechte Stellung zu geben.

Auf dem Fusse des Instruments ist noch eine viereckigte Säule pp angebracht; an dieser Säule bewegt sich ein Schieber q, der eine Hülse r trägt, die eben so weit ist, daß sie das Gewicht g fassen kann. Diese Zurichtung dient dazu, wenn man das Instrument von einem Ort zum andern bringt, das Gewicht zuvor in die Hülse aufzunehmen, und mit der Schraube s darin fest zu erhalten. Den Schieber befestigt die Schraube t an die viereckigte Säule. Uebrigens findet sich oben an dem Instrumente noch ein Stück Metall xyz, das die drey Säulen mit einander verbindet. Bey y ist ein Loch, um das Instrument an einen Haken aufzuhängen.

Da dies Instrument keine heftige Bewegungen und Erschütterungen vertragen kann, so hat Hr. de Saussüre eine andere Einrichtung ausgedacht, wobey sich diese Mängel nicht fänden. Das wesentliche an dieser Einrichtung ist Fig. XXVI. der Zeiger a, b, c, e: den horizontalen Durchschnitt davon sieht man in einer besondern Figur G, B, D, E, F. Die Nadel hat in ihren Mittel D eine durchlöcherte und an beyden Enden offne Röhre. Die Achse, um die sich die Nadel dreht, ist in der Mitte etwas dünner als an beyden

den Enden, damit sie die Röhre an weniger Stellen reibe. Der vordere Theil der Nadel d, e, D, E, dient zum Zeiger an dem Gradebogen, das hintere Stück derselben d, b, D, B, hat die Absicht, das Haar und das Gegengewicht daran zu befestigen, deren jedes in einem besondern Einschnitt, und zwar letzteres mittelst des Seidenfadens, woran es hängt, wie über eine Rolle herliegt.

An der Nadel sitzen senkrecht über und unter ihrem Mittelpunkte zwey kleine Zangen mit Schrauben, gerade über die beyden Einschnitte gegen über, ist der Faden des Gewichts Z, und bey C, dem vordern Einschnitt gegen über, das eine Ende des Haars. Jeder dieser Einschnitt erweitert sich gegen die Seiten und ist im Boden flach, damit sowohl der Faden als das Haar sich frey darin bewegen können. Die Achse der Nadel geht durch den Arm gf, GF, und wird darin durch die Druckschraube fF befestigt.

Alle Theile der Nadel müssen um den Mittelpunkt im Gleichgewicht seyn, so daß sie, wenn das Gewicht abgenommen wird, in jeder beliebigen Stellung stehen bleibt.

Aus dieser Einrichtung läßt sich leicht wahrnehmen, daß, da das Gewicht und das Haar nach entgegengesetzten Richtungen in den Einschnitten des hintern Theils des Zeigers liegen, das Haar durch das Gewicht, das aber hier nicht über 3 Grän wiegen darf, gespannt werden müsse, und daß die mindeste Veränderung in der Länge des Haars den Stand des sehr beweglichen und leichten Zeigers verändere.

Das Metallstück keh, ist ein Theil eines Zirkels, der seinen Mittelpunkt mit dem Mittelpunkte des Zeigers gemein hat. Die darauf befindliche Eintheilung, die von dem Punkte der größten Trockenheit bis zum

Punkt der größten Feuchtigkeit geht, kann entweder in Grade des Zirkels oder in 100 Theile des Raums gemacht werden. Am innern Rande des Gradbogens in der Entfernung h i, ist ein in etwas vorspringender Bogen mit einem Einschnitt versehen, in dem sich der Zeiger frey bewegt. Dieser Zeiger dient dazu, damit der Zeiger gegen alles Anstößen gesichert sey.

Die Schraubenzange y, die das obere Ende des Haars hält, befindet sich an einem Arme, der an der Säule k k auf und nieder bewegt, und durch die Druckschraube x an jeder Stelle befestigt werden kann. Das Stück l an dieser Zange, kann bey geringen Veränderungen, mittelst der Stellschraube m, bewegt werden.

Am untern Theile des Instruments ist eine grosse Zange n o p q, wodurch die Nadel und das Gewicht gegriffen und fest gehalten werden kann, wenn man das Instrument fortbringen will. Die Stellung dieser Zange für die erwähnte Absicht ist durch Punkte angedeutet. Der Schnabel o packt das Gewicht, und p die Nadel: die Schraube n giebt der Zange den festen Stand, und preßt sie zusammen. Der Haken r dient dazu, ein Quecksilberthermometer anzuhängen. Der kleine Einschnitt s ist der Punkt des Aufhängens, um welchen sich das Instrument im Gleichgewicht befindet.

Hr. de Saussüre fand, daß ein Cubikschuh Luft, bis auf den 8ten Grad seiner Scale ausgetrocknet, bey 14-15 Grad Temperatur nicht mehr als 11 Gran Wasser aufgelöst erhalten konnte, obgleich Lambert 342 Gran angiebt. Die Ursache dieses erstaunlichen Unterschieds sucht de S. darin, daß Lambert nicht auf die Fortdauer der Ausdünstung wegen des Niederschlags an den Wänden der Gefässe, selbst nach

erfolg-

erfolgter Sättigung der Luft Achtung gegeben, und sich allzu kleiner Gefässe bedient habe. In freyer Luft, meynt er, sey vielleicht die Menge des Wassers noch geringer. Wenn die Luft bey 13-15 Gran Temperatur von der höchsten Trockenheit zur höchsten Nässe überging; so nahm ihre Federkraft um $\frac{1}{14}$ zu, und das Manometer stieg darin von 27 Zoll auf 27 Zoll 6 Linien.

Er zeigte einen Weg durch diese Bestimmungen zur Kenntniß der absoluten Quantität des in der Luft vorhandenen Wassers zu gelangen, zog dabey auch den Grad der Wärme in Betrachtung, weil eben dieselbe Luft bey anderer Wärme das Hygrometer anders afficirt, gestand aber endlich selbst, daß seine Versuche noch nicht vollkommen seyen und mehr Prüfung und Berichtigung bedürften. Aber es bleibt ihm doch das unstreitige Verdienst, zu einer bessern Hygrometrie die ersten richtigen Gründe gelegt zu haben.

Aber es fehlte ihm auch nicht an Gegnern. Besonders erhob Hr. de Lüc gegen seine Bestimmung der festen Punkte und gegen die Brauchbarkeit des Haares zum Hygrometer viele Einwendungen. Hr. de Saussüre vertheidigte sich gegen die Einwürfe seiner Gegner und besonders gegen den letztern auf das gründlichste, jedoch nicht ohne Empfindlichkeit, indem er die Fehler, welche an dem nach seiner Methode verfertigten Haarhygrometer wahrgenommen worden, daraus erklärt, daß man dazu schlechte und verwerfliche Haare gebraucht habe e).

Pour

e) Defense de l'hygromètre à cheveu in Rozier's Journal de Phys. Jan. et Fevr. 1788. p. 24-45 und p. 98-107. Auch besonders herausgekommen unter dem Titel: Défense de l'Hygromètre à cheveu pour servir de supplément aux Essais sur l'Hygromètrie par *Hor. Bd. de Saussure*. Genf bey Barde 1788. 82 S. 8.

Pour obtenir l'humidité extrême, ſagt er, je ſuſpends mon hygromètre dans une cloche dont les parois interieures ſont conſtamment humectées et qui repoſe ſur un baſſin rempli d'eau. J'ai cru, que de l'air, qui eſt ainſi renfermé dans un petit eſpace entouré d'eau de toutes parts ſe charge bientôt de toute l'humidité, dont il eſt ſuſceptible.

M. *de Luc* croit, cu'il vaut mieux plonger l'hygromètre dans l'eau. Mais d'abord le cheveu ſe refuſe à ce procédé. Ce n'eſt pas à cauſe de la ſtructure de l'hygromètre: j'en ai fait dont le cheveu pouvoit très commodément être plongé dans l'eau. Mais le contrepoids qui tient le cheveu tendu, eſt trop foible pour ſurmonter l'adhérence, que ce cheveu contracte avec l'eau. Il vient bien aux environs du terme de l'humidité extrême; mais il ne s'y fixe point avec precision; la viſcoſité de l'eau qui s'attache à lui fait, qu'il ſe tient indifféremment dans un eſpace de 4 ou 5 degrès autour de ce terme. M. de Luc auroit bien eprouvé cet inconvenient avec ſes rubans de baleine, puiſque la grandeur de leur ſurface les expoſe à une adhérence beaucoup plus forte: mais il tend ſi fortement ſa baleine, que l'effet de cette adhérence devient abſolument inſenſible.

J'ai donc renoncé à l'immerſion dans l'eau, et je ne l'ai nullement regrettée. En effet, ce n'eſt pas l'humidité de l'eau, que l'hygromètre eſt deſtiné à meſurer; c'eſt l'humidité de l'air: et M. de Luc doit ſentir cet argument avec plus de force que perſonne; lui qui a ſi laborieuſement demontré, que les meſures et leurs corrections doivent toujours être analogues à l'objet et à la partie de l'objet que l'on veut meſurer. Cependant cette raiſon ne ſuffiroit pas, pour juſtifier mon procédé, ſi l'humidité de l'air,

que

que renferme ma cloche ne donnoit pas tout à-la-fois un terme fixe et un terme d'humidité extrème.

Que ce soit un terme fixe, c'est ce que prouve d'abord l'accord de mes hygromètres. M. Paul en a construit environ cent cinquante: la plupart ont passé par mes mains; je les ai toujours trouvés d'accord et entr'eux et avec les miens. M. Senebier et M. Pictet qui s'en servent constamment leur rendent le même témoignage. M. *de Luc* lui-même est forcé d'avouer, que les deux qu'il a observés, ont entr'eux tout l'accord, dont ce genre d'instrument paroît être susceptible. Or cet accord seroit il concevable, si l'un ou l'autre des termes n'étoit pas un terme fixe?

Saussüre geht hierauf die ganze Abhandlung Hrn. de Lüces durch, und bemüht sich auf alle mögliche Art ihn zu widerlegen, und wir sehn uns genöthigt sein ganzes Raisonnement hier mitzutheilen, um die Entscheidung dieses gelehrten Streits zwischen zweyen der berühmtesten und scharfsinnigsten Naturforscher ganz und gar unsern Lesern überlassen zu können. Uebrigens werden die de Lücschen Versuche selbst weiter unten an ihrem Ort erzählt werden.

Zuerst untersucht und prüft er die vom Hrn. de Lüc aufgestellte Theorie der Hygrometrie. Je dois auparavant, sagt er, dire un mot des principes de théorie, sur lesquels M. de Luc se fonde, pour assurer que sous la cloche humectée l'hygromètre doit aller au sec, lorsque l'air se réchauffe.

Ecoutons M. de Luc. "Quand le *milieu* est à la „même *température* que l'*eau* qui s'évapore, les *vapeurs* „produites sont d'autant plus loin de leur *maximum*, „que la *température* est plus chaude. Et l'hygromè„tre nous avertit de cet effet; parce que sa substance „étant réduite à l'état *thermoscopique* et *hygroscopique* des

„des vapeurs, ne leur enlève plus ni *feu*, ni *eau*, et „qu'elle nous montre ainsi par son propre état, celui „des *vapeurs* dans le milieu." *Idées sur la Météorologie*, §. 461

Si ce paragraphe est savant, il faut avouer au moins qu'il n'est pas clair. Et lorsqu'après bien des efforts je suis parvenu à le comprendre, je n'y ai vu qu'une répétition de cette même assertion, que l'air renfermé sous la cloche est d'autant plus éloigné d'être saturé de vapeurs, qu'il est plus chaud. Cependant M. de Luc paroît regarder cette assertion comme une preuve, et il ajoute que cela est *confirmé* par les expériences qu'il a faites avec son hygromètre sous la cloche mouillée. Mais j'ai déjà fait voir, et je démontrerai encore mieux quel fond on peut faire sur le rapport de cet hygromètre.

M. de Luc s'appuye encore de l'exemple de la mer. Il prétend que l'*étendue* de l'eau qui s'évapore, *supplée en plus grande partie aux parois mouillées d'une cloche*, et que pourtant il ne régne point toujours à sa surface une humidité extrême. J'observe d'abord que M. de Luc dit, que l'étendue de la surface supplée *en plus grande partie*; il ne dit pas qu'elle supplée *entièrement*; cette assertion auroit été trop absurde. Mais je soutiens qu'elle n'y supplée *qu'en tres-petite partie*. En effet, ne sait-on pas que l'air en s'élevant et en s'éloignant de la surface de la mer, subit très-fréquemment des changemens qui le dépouillent de l'humidité dont il s'étoit chargé; que les vents, les vicissitudes du chaud et du froid font redescendre cet air desséché, le mêlent à celui qui rampe à la surface de la mer, et le forcent à participer à leur sécheresse; que souvent même celui qui est à la surface de l'eau s'élève avant d'avoir eu le tems de se

satu-

saturer, et qu'ainsi cet air absolument libre du côté du ciel, n'a pas la moindre ressemblance avec celui qui est confiné dans un petit espace, et entouré d'eau de toutes parts. Employer de pareils argumens, c'est bien prouver qu'on a une mauvaise cause à défendre.

J'en dirai à-peu-près autant de celui que M. de Luc tire de ce que les bois employés dans les pistons de la machine à vapeurs s'y dessèchent et s'y crevassent. S'ils se dessèchent, ce n'est point par l'action de la vapeur; c'est parce que leur union avec le corps de la machine leur fait contracter, au moins par intervalles, un degré de chaleur supérieur à celui de la vapeur qui les entoure. D'ailleurs, le jeu alternatif de la machine doit nécessairement les exposer à être par intervalles fortement réchauffés dans des momens où ils ne sont entourés d'aucune vapeur, et alors leur dessèchement doit être très considérable.

Quant à la sécheresse de la vapeur de l'eau bouillante dont parle M. de Luc, il y a une distinction à faire: sans doute, cette vapeur est sèche lorsqu'elle est renfermée dans des vases ou dans des tuyaux très-secs et très-chauds; mais il est tout aussi certain qu'elle est complettement humide lorsqu'elle est contenue dans des vases humides. C'est ce dont on voit la preuve dans ces marmites inventées par M. Parmentier, et connues sous le nom de *marmites américaines*. Dans ces marmites, les légumes exposés à la vapeur de l'eau bouillante, sans être en contact avec l'eau même, se cuisent et s'attendrissent dans la plus grande perfection, et par conséquent cette vapeur ne les dessèche pas.

Pour moi, plus je réfléchis sur cette question, et plus il me paroît évident, que lorsqu'un petit volume d'air sera entouré d'eau de toutes parts il s'en rassa-

siera.

siera. Car, que ce soit l'air lui-même qui dissolve l'eau et la métamorphose en vapeur, que ce soit le feu renfermé dans cet air, que ce soit l'un et l'autre, pourquoi ne s'en satureront-ils pas? Supposons que dans un moment donné, le dissolvant quelconque de l'eau qui produit les vapeurs n'en soit pas saturé, pourquoi n'en prendra-t-il pas, puisqu'il en est entouré, puisqu'aucun obstacle ne l'empêche d'en prendre? Et quand on voit une théorie si simple, si conforme à toutes les loix connes, confirmée par le témoignage de tous mes hygromètres, quand on voit ces instrumens si mobiles, si sensibles, inébranlables autour du même degré, malgré des changemens considerables dans la température de la cloche, peut-il rester encore quelque doute?

Il existe encore un phénomène aussi décisif que bien constaté per mes expériences, qui conspire à prouver que le terme supérieur de mes hygromètres est bien celui de l'humidité extrême. Mais je dois définir ce mot. J'entends par *humidité extrême* un degré d'humidité, tel que l'air en soit saturé, c'est-à-dire, qu'il refuse d'en admettre davantage, et que si l'on en introduit une plus grande quantité, il ne puisse pas la conserver, mais qu'elle retombe immédiatement et mouille les corps qu'elle touche. D'après cette définition, lorsque l'air dépose de l'eau sur un corps qui est en contact avec lui, c'est sans doute une preuve que cet air, dans le point où il touche ce corps, est actuellement au terme de l'humidité extrême, ou qu'il est saturé de vapeur. Or, dès que mes hygromètres atteignent le 100e ou plus exactement le 98e degré de leur échelle, on voit à l'instant même l'eau se séparer de l'air et mouiller les corps qu'il touche, si du moins ces corps ne sont pas

plus

plus chauds que cet air. J'ai cent et cent fois renfermé un de mes hygromètres dans une cloche sèche posée sur du mercure, ou scellée avec de la cire molle; j'ai introduit sous cette cloche une carte humectée; j'ai vu mon hygromètre marcher à l'humide, et les parois du vase demeurer sèches, tant que l'hygromètre restoit au-dessous du 98e degré, mais dès qu'il avoit atteint ce degré, je voyois des gouttes de rosée paroître sur quelque point de la surface intérieure du vase. Si j'approchois ma main de l'endroit où ces petites gouttes s'étoient réunies, cette chaleur les réduisoit en vapeurs, elles disparoissoient; mais au même instant je les voyois reparoître sur quelqu'autre point de la paroi intérieure du vase. L'air de ce vase étoit donc saturé. Si l'on demande comment il pouvoit se faire que dans cet air saturé la carte continuât de fournir des vapeurs; je repondrai, que même dans un vase clos, il y a continuellement des variations de chaleur imperceptibles à nos sens et à nos instrumens, mais qui suffisent pour produire des vapeurs, qui se forment dans un endroit, pour se condenser dans un autre. Mais ce qui démontre que la somme totale des vapeurs contenues dans le vase étoit constamment la même dès que l'hygromètre avoit atteint le 98e degré, et tant que la chaleur moyenne des vases demeuroit la même, c'est que l'élasticité de l'air que je mesurois en même tems demeuroit invariablement la même. C'est donc le 98e degré de mon hygromètre qui indique le vrai point de saturation de l'air; les deux derniers degrés dont il s'élève, lorsqu'il est plongé dans un air supersaturé, ne sont qu'une extension mècanique produite par cette eau surabondante. C'est par cette raison que dans toutes mes

mes tables hygrometriques on voit le 98e degré correspondre au point de la saturation.

Cette expérience, je l'ai variée et répétée dans des vases de formes et de grandeurs différentes, avec tout le soin dont un long apprentissage dans l'art d'expérimenter a pu me rendre capable. J'étois le premier qui marchois dans cette route; je n'avois personne à réfuter ni à défendre; je cherchois la vérité même; et si je me suis formé une théorie, c'est d'après ces expériences; car je n'avois adopté aucun systême avant de les avoir faites. Si donc on veut détruire cette théorie, ce doit être par des expériences du même genre, et faites avec le même soin, et non par des apperçus ou des argumens vagues et indirects, ou sur le témoignage d'un instrument imparfait dont on n'a constaté la marche par aucune expérience.

Mais M. de Luc, donc les hypothèses resistent rarement à des épreuves trop sévères, dira, sans doute, comme il l'a fait en d'autres occasions qu'il se défie des expériences faites dans des vases fermés, et que les choses se passent tout autrement à l'air libre. Eh bien, je lui alléguerai des expériences faites en plein air, et je l'inviterai à les répéter lui-même. S'il a un de mes hygromètres en bon état, qu'il le suspende en été en rase campagne, à quelques pieds au-dessus du sol, quelques momens avant le coucher du soleil; et qu'il ait auprès de lui et à la même hauteur que l'hygromètre, ou des feuillages verds, ou une plaque de verre mince, nette, dont la température puisse suivre au plus près possible les variations de celle de l'air: il verra que la rosée commencera à se manifester sur ces feuillages ou sur cette plaque, précisément au moment où mon hygromètre arrivera au 98e ou au 99e degré de sa graduation. Or, la formation

de

de la rosée n'est-elle pas l'indice le plus certain de l'humidité extrême?

Pourquoi donc l'hygromètre de M. de Luc donne-t-il des indications si différentes? C'est ce que je puis expliquer clairement. Il y a des substances dans lesquelles l'application de l'eau produit un relâchement et une extension indefinis: telles sont les substances purement muqueuses ou gélatineuses. La baleine n'est pas dans la classe de ces substances, puisque M. de Luc assure que son alongement dans l'eau a des limites invariables. Il paroît cependant qu'elle contient une quantité assez considérable d'une matière muqueuse ou gélatineuse, disséminée entre ses fibres longitudinales. Si ces fibres n'étoient pas liées entr'elles par quelques filets transversaux, la baleine se relâcheroit sans fin et sans cesse par l'application de l'eau. Mais ces fibres sont assez lâches pour permettre à la baleine de se dilater en travers dans le sens de sa largeur, au-delà du terme où la conduiroit l'affinité hygromètrique de sa substance avec la vapeur aqueuse.

Dans l'expérience qu'a faite M. de Luc pour éprouver mes hygromètres, il a commencé par poser sur l'eau la cloche qui renfermoit son hygromètre et le mien, sans mouiller les parois de la cloche. Dans ce cas-là, lorsque les parois de la cloche demeurent sèches, l'air se sature plus lentement que si la cloche eût été humectée; cependant mes hygromètres vinrent au 98e degrée, qui indique, comme je l'ai prouvé, le vrai point de la saturation; et depuis 6 heur. ½ du soir, jusqu'à 9 heur. du lendemain, ils restèrent fixes à 98, ou ce qui revient au même, ils ne s'en écartèrent que de 3 dixièmes de degré. Ceux

de M. de Luc se fixèrent aussi, mais seulement au 80 ou 81ᵉ degré de leur échelle.

On doit conclure de-là, que le 80 ou 81ᵉ degré marque sur l'hygromètre de M. de Luc le terme de la saturation ou de l'humidité extrême de l'air, et que tous les degrés superieurs jusqu'au 100ᵉ mesurent, non point des vapeurs dissoutes ou dans le feu, ou dans l'air, mais la quantité de l'eau qui a pénétré la baleine après s'être déposée matériellement sur elle.

Lorsque la cloche ne fait que reposer sur l'eau sans que ses parois intérieures en soient chargées, l'air se sature bien de vapeur, mais il ne s'en forme cependant pas assez, du moins dans les premières heures, pour déposer une quantité considerable de rosée. C'est pourquoi l'hygromètre de M. de Luc ne dépasse pas dans ce cas-là le 81ᵉ degré. Mais quand la cloche est chargée d'eau dans toute sa surface interieure, les alternatives du chaud et du froid, celles mêmes qui sont imperceptibles à nos sens, produisent des évaporations et des condensations simultanées, et les vapeurs se déposent sous la forme de rosée, tantôt dans une place, tantôt dans l'autre. Lorsque j'ai laissé mes hygromètres plusieurs heures de suite sous la cloche humectée, je les ai vus cent fois chargés de gouttèlettes d'eau qui embrassoient le cheveu comme autant de petites perles. Et comme le cheveu n'est que très-peu sensible à l'action immédiate de l'eau, cette application ne le fait marcher que de 2 degrés, ou de 98 à 100; au lieu que la baleine subit par cette même action de l'eau une extension de 18 à 20 degrés. Si donc on vouloit adopter l'usage de la baleine dans les hygromètres, il faudroit ne tenir aucun compte des degrés au-dessus de 80. Je dis 80, par forme d'exemple, car il faudroit déterminer par des

ex-

expériences faites dans ce dessein, et même difficiles à faire avec précision, le degré qui correspond réellement à la saturation de l'air. Et comme ce degré est très-éloigné de celui auquel l'application immédiate de l'eau fait marcher la baleine, il est très-douteux qu'il se trouve au même point dans les différentes baleines que l'on pourra employer.

Les principes que j'ai posés dans les chapitres précédens me fournissent les moyens de rendre raison des étranges anomalies que l'hygromètre de M. de Luc lui a présentées sous la cloche humectée, lorsque cette cloche a changé de température. M. de Luc n'a pas essayé d'en rendre raison; il n'en a pas même fait la plus légère mention, parce qu'elles ne peuvent s'expliquer que par des principes qui condamnent entièrement cet hygromètre.

Quand après un long séjour sous la cloche il s'est déposé sur le ruban de baleine une quantité de rosée qu'il a absorbée, et qui l'a fait marcher au-delà du 80e degré, ou du terme où l'air est saturé de vapeurs, si l'appareil vient à se réchauffer, l'augmentation de chaleur produit une évaporation, et cette évaporation se fait, ou aux dépens de l'eau surabondante que contient la baleine, ou aux dépens de l'eau qui tapisse les parois de la cloche. Dans le premier cas l'hygromètre marche au sec; dans le second il demeure stationaire. De même, si l'appareil se refroidit, une partie de la vapeur se condense, et cette vapeur condensée tombe, ou sur la baleine, ou sur les parois du vase: si elle tombe sur la baleine, l'hygromètre va à l'humide; si elle tombe sur le verre, l'hygromètre demeure au même degré. Comme le ruban de baleine, par sa ténuité, se prête aux variations de température plus promptement que les parois de la clo-

cloche, le cas le plus fréquent est celui où l'eau se condense, ou s'évapore à la surface de la baleine, et ainsi pour l'ordinaire l'hygromètre marche à l'humide par le froid, et au sec par le chaud. Mais comme pourtant la chaleur, lorsque c'est une chaleur proprement dite et purement obscure, doit premièrement agir sur les parois du vase, avant d'affecter l'air et le cheveu qui y sont renfermés, il doit arriver aussi quelquefois que les changemens se font sur les parois du vase et non sur la baleine. On voit aisément combien la complication de toutes ces causes doit produire de mouvemens irréguliers dans l'hygromètre à baleine.

Le cheveu, au contraire, n'étant nullement affecté par l'eau surabondante, ou l'étant du moins infiniment peu en comparaison de la baleine, il ne peut être mu par l'action de la chaleur, que quand elle est assez forte pour que l'air cesse d'être saturé; ce qui n'arrive point sous la cloche humectée. C'est par cette raison qu'il demeure immobile sous la cloche, malgré les changemens de température qu'on lui fait subir.

Cette différence est fondée sur un principe que j'ai établi dans mes essais sur l'Hygromètrie, et que M. de Luc non-seulement ignoroit, mais n'a pas même bien saisi. C'est qu'il faut distinguer l'eau qui est liée avec les élémens d'un corps par l'action de cette cause que j'ai nommée *affinité hygromètrique*, d'avec celle qui est répandue dans leurs pores, ou à leur surface comme un corps étranger, et sans aucune liaison intime avec leurs élémens. La première, celle qui est liée par l'affinité hygromètrique, ne peut être séparée d'un corps que par une affinité plus forte; au lieu que la seconde, celle qui est étrangère, peut être dé-

délogée, non-seulement par la chaleur, mais encore par des moyens mécaniques. J'ai fait voir l'importance de cette distinction dans la considération de l'influence de l'électricité sur l'évaporation. J'ai prouvé que l'électricité augmente l'évaporation de l'eau surabondante, mais qu'elle n'agit point sur celle qui est combinée. Le cheveu donc qui ne renferme que de l'eau combinée, n'en perd que quand il se trouve dans un lieu qui contient proportionellement moins d'eau qu'il n'en contient lui-même. La baleine, au contraire, qui est susceptible de se gorger d'eau surabondante, peut perdre cette eau par des causes qui n'ont aucun rapport avec l'humidité et avec la séchereße; et ce vice seul suffiroit pour la rendre absolument impropre à l'Hygromètrie.

Pour obtenir ce terme, M. de Luc emploie la chaux à grande dose; et il ne lui a pas fallu un grand effort de génie pour substituer la chaux à l'alkali caustique que j'avois employé; il n'avoit pas besoin de dériver cette invention de ses principes sur l'*incandescence*. On connoît l'analogie que ces deux substances ont entr'elles; l'une et l'autre sont privées d'eau et d'air fixe, l'une et l'autre caustiques, l'une et l'autre préparées par une grande chaleur. D'ailleurs le procédé de M. de Luc est absolument calqué sur le mien; et la preuve du desséchement extrême, qu'il tire comme moi de l'alongement du cheveu par la chaleur, est une rencontre trop extraordinaire pour être purement fortuite.

Je n'ai point encore eu le tems de comparer la force dessicative de la chaux avec celle de l'alkali caustique. Mais je desire beaucoup que mes expériences confirment celles de M. de Luc; que la chaux conserve longtems sa force, et n'ait pas besoin d'être

calcinée de nouveau à chaque fois qu'on l'emploie; cela sera beaucoup plus commode; et la graduation de l'hygromètre par ses deux points fixes ne m'en appartiendra pas moins, car sans doute, ceux qui ont changé quelque chose dans la matière des caractères de l'Imprimerie, n'ont pas prétendu pour cela avoir inventé cet art.

Je doute cependant que la chaux donne un degré de sécheresse plus grand que l'alkali, et si cela se trouve vrai, ce sera à cause de l'énorme quantité que M. de Luc en emploie. Car on sait que l'alkali caustique attire quatre ou cinq fois plus d'eau et avec une promptitude incomparablement plus grande que la chaux.

En attendant, comme l'alkali employé avec les précautions que j'indique, donne un degré de sécheresse parfaitement fixe et déterminé; on peut sans inquiétude se servir de mes hygromètres, et en construire de nouveaux suivant ce procédé.

Je viens enfin à la *rétrogradation*, ou à ce défaut de certains cheveux, qui dans l'humidité extrême, commencent par s'allonger pour se raccourcir ensuite. J'ai si peu dissimulé ce défaut, que je lui ai moi-même donné le nom qu'il porte. J'ai même indiqué le moyen de le reconnoître, et j'ai soigneusement averti de mettre au rebut les cheveux qui rétrograderoient de plus d'un ou deux degrés. Il paroît que l'on a négligé ce soin dans les deux hygromètres qu'a observés M. de Luc, puisque leur rétrogradation est de 4 degrés. Je dis *de 4 degrés*, et je m'en rapporte pour cela aux expériences, dont M. de Luc donne les détails aux §§. 74 et 76, car pour ce qu'il dit vaguement qu'il en a vu un à 90 dans un brouillard où le sien étoit à 100, je n'en tiens aucun compte;

l'in-

l'instrument étoit sûrement dérangé, ou le brouillard venoit de se dissiper, car ni M. Senebier, ni M. Pictet, ni moi, qui avons si souvent observé cet instrument dans le brouillard, n'avons jamais rien vu de pareil.

En effet, il est bien naturel que toutes les tortures que M. de Luc a fait subir à cet instrument l'aient enfin dérangé, et l'on en trouve la preuve dans ce qu'il dit, §. 78, qu'il ne revient plus au terme de la sécheresse extrême, puisque ceux qui sont en bon état y reviennent constamment.

Mais l'expérience que M. de Luc rapporte au §. 82, en donne une preuve bien plus forte encore, et complette même la démonstration du dérangement produit par les vexations qu'il a fait essuyer aux deux hygromètres qu'il a eus entre les mains. Il dit qu'il commença par les tenir long-tems sous la cloche humectée; qu'ensuite il les en tira promptement et les porta au sec dans un autre endroit de la chambre; que dans les 5 premières minutes ils descendirent à 84 degrés, et qu'ensuite ils rétrogradèrent continuellement pendant 50 minutes, au bout desquelles ils se trouvèrent remontés à 91 degrés, tandis que le sien pendant cet intervalle suivit une marche constante et régulière vers la sécheresse.

Cette expérience m'étonna beaucoup; il me paroissoit étrange que dans les épreuves innombrables que j'ai faites et que mes amis ont faites comme moi avec ces hygromètres, nous n'eussions jamais observé d'aussi grands écarts. Cependant je réflechis, que jamais je n'avois laissé mes hygromètres sous la cloche humectée aussi long-tems que l'avoit fait M. de Luc. Comme j'avois toujours vu qu'au bout de quelques heures ils ne subissoient plus de variation sensible, et qu'un plus long séjour sous cette cloche rouille le mé-

calcinée de
cela sera ben
de l'hygro
appartiend
ont chang
res de l'
avoir inv

Je d
de séche
trouve
M. de
stique
promp
chaux

F
préc
cher
inq
stru

de
ce
J'
d

l'inſtrument étoit sûrement dérangé, ou le brouillard venoit de ſe diſſipèr, car ni M. Senebier, ni M. Pictet, ni moi, qui avons ſi ſouvent obſervé cet inſtrument dans le brouillard, n'avons jamais rien vu de pareil.

En effet, il eſt bien naturel que toutes les tortures que M. de Luc a fait ſubir à cet inſtrument l'aient enfin dérangé, et l'on en trouve la preuve dans ce qu'il dit, §. 78, qu'il ne revient plus au terme de la ſécheresſe extrême, puiſque ceux qui ſont en bon état y reviennent conſtamment.

Mais l'expérience que M. de Luc rapporte au §. 82, en donne une preuve bien plus forte encore, et complette même la démonſtration du dérangement produit par les vexations qu'il a fait eſſuyer aux deux hygromètres qu'il a eus entre les mains. Il dit qu'il commença par les tenir long-tems ſous la cloche humectée; qu'enſuite il les en tira promptement et les porta au ſec dans un autre endroit de la chambre; que dans les 5 premières minutes ils deſcendirent à 84 degrés, et qu'enſuite ils rétrogradèrent continuellement pendant 50 min[illegible] bout deſquelles ils ſe [illegible]uvèrent [illegible]és, tandis que le ſien [illegible]t ce[illegible] marche conſtante et

[illegible] a beaucoup; il me pa[illegible] preuves innombrables que [illegible] ai f[illegible]nt faites comme moi avec ce[illegible] n'euſſions jamais obſervé [illegible]endant je réflechis que ja[illegible] hygromètres ſous la cloche [illegible] que l'avoit fait M. de Luc. [illegible] vu qu'au bout de quelques [illegible] plus de variation ſenſible, et [illegible] ſous cette cloche rouille[illegible]

métal, le ternit du moins, fait tomber le vernis que M. Paul applique sur le cadran, et gêne le mouvement de l'aiguille sur son axe, je ne les y avois jamais laissés trois jours de suite comme l'a fait M. de Luc. Je résolus donc d'en faire l'expérience. Le 24 mai de cette année 1787, j'ai pris quatre de mes hygromètres, construits à différentes époques, et avec des cheveux coupés sur des têtes différentes; je les ai placés sous la cloche, et les y ai laissés pendant 3 jours et 16 heures de suite, en tenant cette cloche constamment humectée. Dans cet espace de 88 heures, celui des quatre qui a subi la plus grande rétrogradation, n'a rétrogradé que d'un degré et 7 dixièmes; le second seulement de 7 dixièmes, le 3e de 6 dixièmes, et le 4e de 3 dixièmes de degré. Enfin, leurs variations dans les changemens de température qu'a subis mon laboratoire pendant cet intervalle, n'ont été que d'un ou deux dixièmes de degré, et doivent par conséquent être regardées comme nulles.

Après ce long séjour dans l'humidité extrême, j'en retirai brusquement ces quatre hygromètres, et je les portai au sec au fond du laboratoire. Un cinquième hygromètre, qui depuis long-tems n'avoit point été dans l'humidité, étoit suspendu au milieu d'eux, pour indiquer les changemens qui pourroient survenir dans l'air pendant l'expérience. J'observai tous ces hygromètres exactement aux mêmes époques aux quelles M. de Luc avoit fait ses observations. Celui des quatre, dont la marche étoit la plus prompte, vint au bout de 5 minutes à 70, 3; au bout de 8 à 70, et au bout de 16 à 69, 3 où il demeura fixe. Les autres arrivérent un peu moins vîte à ce même degré, mais aucun des quatre ne rétrograda, pas même d'un dixième de degré; et le lendemain matin ils

étoient encore d'accord et entr'eux, et avec celui qui n'avoit point été avec eux sous la cloche.

Comme M. de Luc n'avoit point employé la précaution que j'avois prise, d'avoir un hygromètre distinct de ceux qui sortoient de l'intérieur de la cloche, pour savoir s'il ne surviendroit point de changement dans l'humidité de l'air de la chambre pendant l'expérience, je serois en droit d'attribuer la rétrogradation de mes hygromètres à une humidité contractée par l'air qui les entouroit; et la marche paresseuse de l'hygromètre de M. de Luc, dont les allures n'ont point été étudiées, n'auroit pas suffi pour renverser cette supposition. Mais je vois une autre raison de cette rétrogradation, et je suis convaincu qu'elle vient d'un tiraillement ertraordinaire qu'ont subi les cheveux de ces deux hygromètres.

J'ai expressément averti dans mes Essais sur l'Hygromètrie, §. 15 et 16, que les cheveux qui avoient été tiraillés ou trop fortement tendus, devenoient sujets à ce défaut. J'ai dit que c'étoit pour les préserver de ce tiraillement que j'assujettissois leurs extrémités avec des pinces à vis, plutôt que de les nouer comme je le faisois d'abord. J'ai dit encore que les mêmes cheveux qui devenoient rétrogrades lorsqu'ils portoient des contrepoids de 12 grains, ne le devenoient plus lorsque ces contrepoids n'étoient que de 3 grains; et qu'en conséquence, les contrepoids que leur adapte M. Paul ne surpassent jamais cette quantité.

Je soutiens donc, qu'il est impossible que des cheveux bien choisis et bien ménagés rétrogradent jamais de plus d'un degré ou d'un degré et demi; et si j'adopte pour un moment la possibilité d'un écart de 4 degrés que M. de Luc a observé dans mes hygromètres, lorsqu'il les a placés sous la cloche

hu-

humectée, c'est uniquement parce que ces observations sont d'ailleurs très-favorables à ces hygromètres, et très-contraires à celui de M. de Luc. J'obéis à ce principe de jurisprudence, qui ne permet pas à un plaideur de prendre dans un acte ce qui lui est favorable en rejetant ce qui lui est contraire.

Or, en admettant cet écart de 4 degrés, en supposant que mes hygromètres soient rétrogradés à 96, au lieu de se tenir à 100 comme ils l'auroient dû; l'erreur qui paroît d'abord de 4 degrés, n'est réellement que de 2; parce que l'humidité extrême est réellement au 98e degré, comme je l'ai déjà dit; les deux degrés de 98 à 100 n'indiquent qu'une humidité surabondante. Et quand l'humidité de l'air sera assez grande pour faire rétrograder les hygromètres à 96; on ne s'y trompera pas, on verra sur le champ qu'ils sont en défaut; l'eau qui se précipitera en abondance, et sur les instruments, et sur tous les corps voisins, sous la forme de rosée en été et de givre en hiver, déposera contr'eux, et manifestera leur défaut. Enfin, si jamais ces hygromètres étoient assez répandus pour que les Physiciens pussent les choisir eux-mêmes chez les artistes qui les construisent, ils les essayeroient avant de les acquérir, et ils rebuteroient ceux qu'ils verroient rétrograder de plus d'un degré et demi.

Or, on doit s'exposer sans peine au danger d'une erreur d'un degré ou d'un degré et demi, lorsqu'on voit qu'un Physicien tel que M. de Luc, qui depuis tant d'années s'occupe à inventer et à perfectionner des hygromètres, finit par nous en proposer un, dont les vingt degrés supérieurs sont absolument insignifians, et qui fait des écarts de onze degrés, dans des épreu-

ves

ves choisies à dessein pour nous donner une haute idée de sa perfection.

M. de Luc répliquera, sans doute, car avec de l'esprit il n'est point d'argument, si démonstratif qu'il soit, auquel on ne puisse répondre. Si donc on vouloit terminer cette controverse, il faudroit imaginer quelqu'expérience décisive, d'après laquelle on pût sûrement prononcer, et sur nos instrumens, et sur nos procédés. Il s'agit de trouver un principe que nous admettions l'un et l'autre, et qui puisse servir de base à ce jugement. Or, le fluide élastique, dans lequel l'eau se convertit au moment où elle s'évapore, doit nous fournir ce principe; puisque nous l'admettons également M. de Luc et moi.

On établira donc une espèce de combat judiciaire entre nos hygromètres et le manomètre qui est la mesure des fluides expansibles, séra le juge de ce combat.

On renfermera ces deux hygromètres dans un grand vase bien net, qui contiendra de l'air, dont la sécheresse ira au moins à 60 ou à 70 degrés du mien. On leur joindra un thermomètre et un manomètre. Au moment où on sera prêt à sceller le vase, on y introduira un peu d'eau, ou un corps impregné d'eau, dont l'évaporation soit assez lente pour que les hygromètres puissent en suivre les progrés. Si le vase est bien fermé, et si l'air qu'il renferme ne se refroidit point, au moment où l'évaporation commencera, on verra le mercure monter dans le manomètre; cette ascension suivra la marche de l'évaporation, et elle se ralentira graduellement la même pendant l'expérience. Au moment où le manomètre cessera de monter, il conviendra d'agiter un peu le vase sans cependant l'ouvrir, pour faciliter et l'évaporation et le mélange de l'air saturé avec celui qui

peut

peut ne l'être pas encore. Lorsque, malgré cette agitation, le manomètre persistera dans son immobilité, il sera bien certain qu'il ne se forme plus de vapeur élastique, et qu'ainsi cette vapeur a atteint son *maximum* dans le vase. Ce sera donc le moment d'inspecter les hygromètres. Si le mien n'est pas alors à 98, ou tout près de 98, et si celui de M. de Luc, celui du moins qui a servi à ses dernières expériences, ou un autre à son unisson, n'est pas resté à 80, ou tout au plus à 83, je me regarderai comme condamné, et j'avouerai que je me suis trompé dans toute cette théorie. Mais si au contraire l'événement est tel que je l'annonce, il faudra que M. de Luc convienne que l'hygromètre à cheveu n'est point un instrument si méprisable; que le 98e degré de cet hygromètre indique bien le *maximum* de la vapeur élastique; qu'en revanche tous les degrés dont l'hygromètre à baleine sera demeuré au-dessous du 100°, sont absolument illusoires, et qu'ils ne proviennent point de la vapeur élastique, mais d'une mouillure proprement dite, ou de l'eau qui se dépose à sa surface.

Si M. de Luc se refusoit à cette décision, ou cherchoit à l'éluder, sous quelque prétexte que ce pût être, j'espère que les Physiciens ne suspendroient plus leur jugement: parce qu'enfin, si la vapeur n'est autre chose qu'un fluide élastique, la cessation de la production de ce fluide démontre nécessairement la cessation de la production de la vapeur.

Au reste, ceux qui souhaiteront de faire cette épreuve n'auront point besoin pour cela des deux hygromètres; on peut la tenter avec un seul; parce que si l'un des deux a raison, l'autre a nécessairement tort.

L'expérience sur la rosée, dont j'ai parlé ci-devant, peut aussi être regardée comme décisive. En

effet,

effet, l'apparition de ce météore est également un signe certain de la saturation de l'air dans lequel il se forme. Qu'on suspende donc nos deux hygromètres en plein air, quelques momens avant la chûte de la rosée, et qu'on regarde comme vaincu celui des deux, qui, au moment où elle commencera à paroître, se trouvera sensiblement éloigné de son terme d'humidité extrême. Cette épreuve peut aussi se faire avec un seul hygromètre; parce que, encore une fois, l'un des deux ne peut pas être juste sans que l'autre soit nécessairement faux.

Je dois seulement avertir ceux qui penseroient à faire subir à un hygromètre l'une ou l'autre de ces deux épreuves, qu'il faut commencer par s'assurer si le terme de l'humidité est bien placé à son point sur l'instrument qu'ils se proposent d'éprouver. Pour cet effet il faut le plonger dans l'eau, si c'est un hygromètre à baleine, et dans une cloche humectée de toutes parts si c'est un hygromètre à cheveu. Le degré, quel qu'il soit, où ils se fixeront, est celui qui doit servir de règle.

Enfin, si l'on vient jamais à déterminer par des expériences directes et précises la valeur réelle des différens degrés de l'hygromètre à baleine, comme je l'ai fait pour ceux de l'hygromètre à cheveu, je proposerai à M. de Luc d'en placer un sous le récipient de la machine pneumatique, et d'essayer si des épuisemens égaux et successifs ne produiront pas sur cet hygromètre des effets correspondans à des desséchemens réels continuellement plus grands. Si ces effets sont égaux, dans ce cas-là encore j'avouerai que mon hygromètre ne vaut rien. On comprendra les raisons pour lesquelles je propose cette épreuve, lorsqu'on aura lu le Chap. X.

Quoi-

Quoique le but principal de cet écrit soit la défense de l'hygromètre à cheveu, je ne puis cependant pas me dispenser de dire un mot de la théorie. J'y suis d'autant plus obligé, que c'est avec un argument tiré de la théorie, que M. de Luc prétend porter le dernier coup à mon instrument, à ma théorie et à la totalité de mes recherches sur l'Hygrométrie.

J'observerai d'abord, que ce que M. de Luc appelle *son systême* est précisément le mien. M. de Luc dit en 1786: *L'évaporation, dans mon systême, est l'effet d'une union particulière du feu à l'eau, et son produit est un fluide expansible particulier, etc.* Idées sur la Météorologie, §. 2. Or, j'avois imprimé en 1783: *La vapeur élastique est un mixte qui résulte de l'union des élémens du feu avec ceux du corps qui s'évapore .... et la vapeur invisible qui s'élève de l'eau par la simple chaleur de l'atmosphère est un fluide élastique de la même nature.* Essais sur l'Hygrométrie, §§. 188 et 189.

Peut-être M. de Luc croit-il pouvoir s'approprier ce systême, parce qu'il l'explique par les corpuscules de M. le Sage. Mais M. de Luc n'ignore pas qu'expliquer n'est pas inventer, et que le Physicien qui expliqueroit le plus heureusement la détonation de la poudre, ne pourroit pas pour cela se vanter d'avoir inventé la poudre.

Il est vrai que M. de Luc croit mettre une grande différence entre son systême et le mien, en n'admettant pas que l'air soit le dissolvant de la vapeur élastique. Mais ce n'est point-là l'essentiel de ce qu'on peut appeler *un systême sur la nature de la vapeur*. L'essentiel étoit d'énoncer distinctement, et de prouver par des expériences directes, que dans toute évapora-

poration proprement dite, l'eau se combine avec le feu, et se change ainsi en un fluide élastique. Or, c'est ce que j'ai fait, sinon le premier de tous les Physiciens, du moins certainement avant M. de Luc.

Mais demander ensuite si cette vapeur élastique, lorsqu'elle se mêle avec l'air, et qu'elle forme avec lui un tout homogène, s'y trouve dans un état de dissolution, ou dans un état de simple mêlange, c'est une question purement secondaire. Et lorsqu'elle est réduite à des termes aussi simples, ce n'est même plus une question, au moins pour tout homme qui a les premières notions des principes de la Chimie. Car dès les premières leçons, on enseigne aux étudians, que toutes les fois que deux fluides mêlés ensemble forment un tout homogène et transparent, ils se dissolvent mutuellement, comme l'eau et l'esprit-de-vin; et qu'au contraire, lorsque deux fluides ne sont pas de nature à se dissoudre l'un l'autre, et que par des moyens mécaniqnes, tels que la secousse ou le broyement, on les force à se mêler ensemble, ils forment un tout opaque, et se séparent bientôt par la différence de leurs pesanteurs: l'eau et l'huile en donnent un exemple. Or, l'air et la vapeur élastique, lorsqu'ils sont mêlés ensemble en doses convenables, forment un tout parfaitement homogène, et ne se séparent point malgré la différence de leurs pesanteurs. Ils ne peuvent être séparés que par des corps qui ont avec l'un des deux une affinité supérieure, ou par le refroidissement; ce qui forme encore deux caractères connus et certains de la dissolution chimique.

Je ne m'arrêterai pas davantage sur cette question, persuadé comme je l'ai dit, que l'exposer, c'est la résoudre; et quoique M. de Luc me dise que j'aurois fait quelques progrès dans l'Hygrométrie, si cette

opinion n'avoit pas entravé ma marche, je suis déterminé à y persister; et j'ose lui répondre, que tout homme qui aura des notions claires de ce qu'est une dissolution, croira comme moi et comme je l'ai prouvé dans mes Essais, que la vapeur élastique se dissout réellement dans l'air dans toute la rigueur de ce terme.

Mais M. de Luc porte ses prétentions bien plus loin encore; il veut que la théorie entière de l'Hygrométrie qu'il donne d'après les découvertes les plus nouvelles, et d'après les miennes en particulier, ne soit qu'une conséquence des idées qu'il a publiées dans son Ouvrage sur les modifications de l'atmosphère. Il dit à la page 7 de ses Idées sur la Météorologie: *Les premiers germes des principes d'où découlent ces propositions*, c'est-à-dire, toute la théorie de l'évaporation, *se trouvent déjà dans mes recherches sur les modifications de l'atmosphère.*

Cette assertion peut être vraie dans ce sens: c'est que les premiers germes de tous les êtres se sont trouvés originairement dans le chaos. Car le chaos n'étoit pas plus confus que les idées que M. de Luc a données sur les vapeurs dans ses recherches sur l'atmosphère. Et c'est ce que je vais prouver.

J'observerai d'abord, que dans les nombreux endroits de ce livre où il est question des vapeurs, M. de Luc n'applique qu' à la vapeur de l'eau bouillante la qualification *de fluide élastique.* Or, il ne peut pas s'en faire un grand mérite, puisque de tous les Physiciens, qui depuis la renaissance des lettres ont parlé de la vapeur qui sort du bec de l'éolipyle, il n'en est pas un seul qui n'ait reconnu que cette vapeur étoit un fluide élastique. Et cependant, je vais faire voir à quel point cette notion même de la vapeur de l'eau bouillante se trouvoit confuse dans la tête de M. de

Luc

Luc lorsqu'il écrivoit cet Ouvrage. Il veut expliquer le phénomène connu de ces petites boules de verre creuses que l'on jette sur les charbons ardens, et qui n'éclatent point si elles ne contiennent que de l'air, mais qui se brisent avec une explosion violente si l'on y a renfermé un peu d'eau.

"L'air renfermé, dit M. de Luc, dans une petite „boule de verre scellée hermétiquement, résiste à l'in„troduction du fluide igné, et la phiole peut rester „long-tems exposée à l'action du feu sans se rompre. „Mais si l'on y renferme une seule goutte d'eau, le „feu la réduit aussi-tôt en vapeurs, et s'accumule en si „grande quantité dans ses pores, que la petite boule „se rompt avec éclat." *Recherches*, §. 677.

Je prierai M. de Luc de nous dire si cette explication est un de ces *germes* qui receloient de si grandes découvertes. Elle a cependant le mérite de l'originalité. Il falloit vraiment être l'inventeur d'un systême pour savoir que la boule, quand elle ne contient que de l'air, ne crève pas à cause de la résistance que l'air apporte à l'introduction du feu, et qu'en conséquence l'intérieur de la boule demeure froid au milieu des charbons ardens. Et, sans doute, qu'en vertu du même principe, si cette boule avoit été purgée d'air, comme rien n'auroit empêché l'entrée du feu, elle auroit fait, même sans eau, une explosion terrible. Et ces pores de l'eau dans lesquels le feu s'accumule.... Je demande si un Physicien qui se seroit formé une idée nette de la conversion de l'eau en vapeur élastique, ou qui auroit eu seulement le germe de cette idée, auroit eu recours à de pareilles explications.

Ensuite, lorsqu'il est question des vapeurs qui se forment naturellement dans l'air, M. de Luc se donne une très-grande peine pour prouver que le feu con-

court à leur formation. Mais ce n'est apparemment pas cela qu'il appelle *son système.* Car tous les Physiciens l'ont dit depuis Aristote, et même, sans doute, avant Aristote. En effet, le sauvage qui sèche ses vêtemens au soleil, ou devant le feu de sa hutte, a aussi pour système que la chaleur contribue à l'évaporation. J'en dis autant de la légèreté des vapeurs, chose si connue, que de tout tems les vapeurs ont été l'emblême de ce qui s'élève ou doit s'élever vers le ciel.

Ce qu'il y avoit de difficile, ce qui pouvoit faire l'objet d'un système, c'étoit de déterminer la forme que le feu donne à l'eau, lorsqu'il la change en vapeurs. Or, c'est ce que M. de Luc n'a point déterminé. Il fait dans le §. 675. l'énumération des différens systêmes que les Physiciens ont imaginés sur ce sujet, mais il n'en adopte aucun. Quelle que fût celle de ces opinions dont l'expérience eût démontré la vérité, M. de Luc auroit pu également en trouver les *germes* dans ses *Recherches.*

Il avoit cependant alors une idée favorite à laquelle il revenoit continuellement, c'est que l'évaporation est le produit d'un enlèvement purement mécanique des parties de l'eau par celles du feu.

Cette idée est clairement énoncée dans le §. 707. „Si la chaleur du fluide qui s'évapore est beaucoup „plus grande que celle de l'air, elle produit une éva„poration visible, parce que le feu sortant plus rapide„ment enlèvera des molécules plus grosses; leur gros„seur et la quantité du feu dont elles seront pénétrées „faciliteront leur ascension, elles monteront donc avec „rapidité dans l'air sans se mêler avec lui. Mais si la „différence de chaleur entre l'eau et l'air se trouvent „moindres, si elle devient même contraire, comme il „arrive

„arrive en été dans les grandes masses d'eau, le fluide „igné agira par sa seule agitation, et non comme un „courant; les particules qu'il détachera de l'eau seront „petites, et n'altéreront point sa transparence."

Je dis que l'on voit dans ce paragraphe le feu enlever l'eau d'une manière purement mécanique, comme le vent enlève de la poussière; on ne le voit point contracter avec elle une union intime, de laquelle résulte un être nouveau tel qu'un fluide élastique. Et M. de Luc achève de le démontrer lui-même dans le paragraphe suivant. Il est si éloigné d'avoir l'idée d'une combinaison, d'une union intime du feu avec l'eau, qu'il croit que dans un espace vuide suffisamment élevé, le feu abandonneroit l'eau, et que celle-ci retomberoit par sa pesanteur. "Il est très-probable, „dit-il, et M. Homberg l'a déjà remarqué, que le „feu laisseroit échapper les particules d'eau qu'il a sé„parées de la masse dont il est sorti, si les récipiens „vuides d'air avoient assez de hauteur: comme il „abandonne les particules visibles de cuivre et de „plomb, qu'il détache par ses élancemens, lorsque „ces métaux sont dans une forte fusion."

M. de Luc, quand il écrivoit ses recherches, n'avoit pas des idées plus nettes sur la différence qu'il y a entre la vapeur vésiculaire et la vapeur élastique. Ici il ne voit entr'elles d'autre différence que celle de la grosseur de leurs parties; le §. 707. que j'ai transcrit plus haut en présente la preuve. Là, il affirme expressément qu'il y a entr'elles une *différence essentielle*, et voici cette différence. "L'humidité, dit-il, §. 672, „qui agit ordinairement sur l'hygromètre, n'est point „semblable à celle que nous voyons sous la forme de „brouillard. Ceux-ci ne font pas baisser le baromètre, „et l'hygromètre n'en est presque point affecté quand

„il est dans une chambre bien fermée." M. de Luc confirme un peu plus bas cette même idée, en disant que les particules du brouillard *flottent dans l'air sans l'affecter sensiblement*, c'est-à-dire, sans le mouiller. Si cette idée est un des germes dont est sortie la théorie que M. de Luc appelle aujourd'hui *son systême*, il faut qu'il avoue que ce germe a bien changé en se développant. Car dans l'origine M. de Luc n'accordoit pas à ces particules la faculté d'humecter l'air qui les entoure, et dans son systême actuel il reconnoît, ce que j'ai prouvé dans mon Hygrométrie, qu'un corps plongé dans le brouillard se trouve non-seulement dans l'humidité, mais dans ce qu'il appelle *l'humidité extrême réelle*. Idées sur la Météorol. §. 76.

Lorsque l'on voit ce profond silence sur la vraie nature des vapeurs, et cet assemblage d'idées confuses et contradictoires, conçoit-on que M. de Luc ose dire en propres termes: qu'il avoit *déjà énoncé* dans ses *Recherches sur les modifications de l'atmosphère* le systême vrai, simple, clair, qu'il a adopté dans son nouvel Ouvrage.

J'ajouterai que M. de Luc, dans le Chap. II. de ses Idées, donne sans me citer un extrait des principes que j'ai le premier développés sur les *affinités hygrométriques;* à la vérité il change leur nom en les appellant *hygroscopiques;* mais ce nom est la seule chose qui lui appartienne, du moins auroit-il de la peine à en montrer le germe dans ses *Recherches*. En effet, s'il en avoit eu la moindre notion, il en auroit sans doute parlé dans les notes du §. 671, où il ramène toujours et uniquement son principe favori du feu qui charrie l'eau, et qui la dépose à la surface des corps qu'il pénètre.

Il

Il ne me reste plus pour achever cette tâche pénible qu'à justifier mon hygromètre sur la marche qu'il a suivie dans un air graduellement raréfié. J'avois vu, que quand je raréfiois l'air autant que je le pouvois par le moyen d'une bonne pompe, et avec les précautions que j'ai indiquée dans mes *Essais*, l'hygromètre à cheveu placé sous le récipient de cette pompe marchoit de 70 ou 75 degrés vers la sécheresse. Je fus curieux d'étudier la loi suivant laquelle se faisoit ce desséchement. Pour cet effet, au lieu d'épuiser tout de suite mon récipient, je commençai par extraire une partie déterminée, une huitième, par exemple, de l'air qu'il renfermoit; je notai le nombre de degrés dont l'hygromètre marchoit au sec par l'effet de cette raréfaction; ensuite je fis sortir une seconde huitième, je notai de nouveau le desséchement produit par cette extraction, et ainsi de suite. Cette expérience répétée plusieurs fois, avec tous les soins possibles, me fit voir constamment que le desséchement suivoit une progression croissante; c'est-à-dire, que la seconde extraction de l'air desséchoit l'hygromètre plus que la première, la troisième plus que la seconde; et ainsi des autres. Après avoir constaté le fait, j'essayai d'en rendre raison.

M. de Luc n'a pas goûté mon explication; et il l'a combattue par des subtilités, qui ont été, il avoue lui-même, inintelligibles à ses amis, et qu'il a vainement essayé de rendre plus claires dans son appendice. Mais je n'entre point dans cette discussion, j'en épargne l'ennui à mes Lecteurs. Je serai mieux placé pour traiter ce sujet d'une manière intéressante, lorsque je viendrai à le remanier, comme je me le propose, et que je tâcherai de le perfectionner par des expériences nou-

nouvelles et décisives. Dans ce moment je ne veux défendre que mon hygromètre.

M. de Luc prétend que des épuisemens égaux doivent nécessairement produire des desséchemens égaux, et que si mon hygromètre les a marqués inégaux, c'est parce qu'il est vicieux. M. de Luc, comme on le voit, conserve toujours la même manière d'argumenter. L'expérience la mieux faite et la plus concluante est-elle contraire à ses idées; cette expérience est trompeuse, et l'instrument qui a servi à la faire est entièrement défectueux. Et quelle est la conclusion générale qu'il tire de cette manière d'argumenter? C'est qu'on ne peut faire aucun fond ni sur les expériences, ni sur les formules, ni sur les tables pour lesquelles je me suis servi de cet instrument. Et M. de Luc a une telle confiance dans ses propres idées, qu'il ne daigne pas seulement répéter avec l'hygromètre de son invention une expérience aussi facile et aussi simple que celle du desséchement dans le vuide. Il décide *à priori* qu'indubitablement son instrument suivra une toute autre marche; et d'après cette décision, il prononce sans hésiter sa sentence contre tout mon Ouvrage.

Un tel procédé caractérise-t-il bien un critique impartial et de sens-froid? En effet, comment M. de Luc n'a-t-il pas vû que les accroissemens de la série que m'a donné l'expérience sont trop grands pour venir de ce que mon hygromètre indique des desséchemens égaux et progressifs par des nombres de degrés continuellement plus grands? Car j'ai déterminé avec le plus grand soin la marche de mon hygromètre, et cette marche ne peut pas rendre raison, même de la moitié des accroissemens que j'ai observés. Et M. de Luc n'ignore pas que j'ai déterminé cette marche, car

le

le parti qu'il a tiré de mon livre prouve qu'il l'a lu. Mais il aime mieux paroître l'avoir devinée; d'abord pour faire à son génie l'honneur de cette découverte, ensuite pour demeurer dans le vague et pour donner ainsi la plus grande latitude à cette prétendue imperfection de mes hygromètres. En effet, si M. de Luc avoit calculé les résultats de mon expérience d'après la table que j'ai donnée au §. 176, il auroit vu que non-seulement les desséchemens apparens, mais aussi les desséchemens réels ont suivi une progression croissante; en sorte que le dernier desséchement réel a été plus que double du premier.

Si donc M. de Luc veut persister à soutenir que des épuisemens égaux produisent des desséchemens égaux, il faudra qu'il anéantisse les expériences par lesquelles j'ai déterminé la marche de mon hygromètre. Or, comme je l'ai déjà dit, ce n'est que par des expériences contradictoires aux miennes qu'il parviendra à détruire celles que j'ai faites et répétées plusieurs fois et par différens procédés, avec toute l'exactitude dont elles sont susceptibles. Tant que M. de Luc n'opposera que ses opinions et ses apperçus à des faits aussi bien constatés, les juges éclairés ne pourront lui accorder aucune confiance.

J'ose donc me flatter d'avoir satisfait aux objections que mon critique a élevées contre l'hygromètre à cheveu. J'ai démontré les vices essentiels de celui qu'il a prétendu lui donner pour juge: j'ai indiqué des expériences tranchantes, à la décision desquelles M. de Luc ne peut pas se soustraire, et que pourront tenter tous les Physiciens à qui il resteroit encore des doutes: j'ai fait voir que dans ses *Recherches sur les modifications de l'atmosphère* M. de Luc n'avoit donné que des idées fausses ou confuses sur tout ce qui tient à la

 théorie

théorie de l'évaporation, et que ce qu'il a appellé *sa théorie* n'étoit autre chose que la mienne.

Je ferai voir dans la suite et avec la même évidence, que les théories qui sont vraiment propres à M. de Luc ne valent pas mieux que son hygromètre. Je ne prends pourtant pas l'engagement de répondre à toutes ses critiques: ce seroit un travail trop long, trop pénible, trop ennuyeux pour mes Lecteurs.

Qu'on ne me croie cependant point ennémi de la contradiction, j'aime au contraire à entendre des objections contre mes opinions, lorsque ces objections sont proposées dans la vue de soutenir ou de découvrir la vérité. Mais lorsqu'on voit manifestement l'intention de déprimer un Ouvrage; lorsqu'on voit un Auteur y chercher des fautes pour le plaisir de les mettre au grand jour; jouer sur un mot pour vous donner l'apparence de vous contredire vous-même; s'efforcer de s'approprier à lui-même ou d'attribuer à d'autres ce que vous avez fait de bon; vous attaquer sur des opinions généralement reçues, comme si elles n'appartenoient qu'à vous; présenter les vôtres sous le jour le plus défavorable et prendre enfin vis-à-vis de vous le ton d'un régent qui corrige le thême de son écolier, et qui distribue magistralement le blâme et la louange, on est également choqué et des éloges et des critiques.

Lors donc que je reprendrai ce travail, je ne releverai point ces critiques à demi-personnelles qui ne peuvent servir qu'à aigrir l'esprit et à le rendre minutieux. Je ne traiterai que les grandes questions de mon sujet: j'avouerai avec candeur les erreurs que j'aurai commises, et je m'appliquerai à développer les vérités dont j'aurai été convaincu par l'expérience ou par le raisonnement.

Nachdem Herr von Saußüre so umständlich die de Lücschen Einwürfe und Zweifel widerlegt zu haben glaubt, wendet er sich auch zu denen des Pater Johann Baptist von Vicenza und des Herrn Chiminello, deren Hygrometer wir ebenfalls weiter unten kennen lernen werden.

De Lüc.

Viele der Aussichten, die sich Herrn de Lüc zu ansehnlichen Erweiterungen der Naturlehre eröffneten, setzten ein genaueres Hygrometer voraus, als alle die bisherigen waren. Die Bemühungen dieses eifrigen Naturforschers sind selten vergeblich. Er brachte das gewünschte Hygrometer zu Stande und als er bald nach Erfindung desselben nach England gegangen war; so theilte er solches Werkzeug dem Herrn Phipps mit, der auf Befehl des Königs versuchen sollte, wie weit es möglich sey, sich dem Nordpole zu nähern. Man findet daher die erste Beschreibung dieses Hygrometers schon in der Nachricht von der Seereise des Herrn Phipps, die unter der Aufschrift: A voyage towards the north-pole undertaken by His Majesty's command 1773 (London 1774. gr. 4.) herauskam. Hr. de Lüc selbst verfertigte eine Abhandlung über diesen Gegenstand in französischer Sprache, ließ sie dann mit einigen Abkürzungen ins Englische übersetzen und übergab sie der Königl. Societät der Wiß. zu London. Sie findet sich in den Philosophical Transactions Vol. LXIII. a. d. J. 1773 No. 38 p. 404-460 unter dem Titel: Account of a new Hygrometer by *Mr. J. A. De Luc* abgedruckt. Die Urschrift selbst, wie sie vom Verf. aufgesetzt wurde, hat der Abbé Rozier in seinem Journal de Physique Tom. V. May

1775.

1775 p. 381 unter der Aufschrift: Copie d'un mémoire sur un hygromètre comparable mitgetheilt.

Seine Untersuchungen über die Veränderungen der Atmosphäre hatten, wie gesagt, in ihm den Wunsch erregt, der Erfindung eines wahren Hygrometers nachzudenken. Er fand dazu bey einer Reise, im Dec. 1771. Gelegenheit, und faßte den Vorsatz, diese Untersuchung auf eine völlig methodische Art anzustellen. Er fand zuerst folgende drey nothwendige Eigenschaften eines Feuchtigkeits-Messers 1) einen festen Punct, von welchem alle Masse dieser Art angehen müßten, wie z. B. der Siedepunkt bey einer bestimmten Barometer-Höhe, ein solcher Punkt für das Thermometer ist; 2) daß alle Hygrometer Grade haben müßten, die sich vollkommen unter einander vergleichen liessen, und die in allen auf einerley Art, durch gleiche Grössen der Feuchtigkeit bestimmt, hatte. Lange konnte er auf diesem Wege nichts entdecken. Es ging oft zurück, kam aber allezeit wieder auf die äusserste Feuchtigkeit, als auf die einzige Seite, von der sich sein Gegenstand fassen ließ. Die Worte, so nothwendig sie sind, Andern unsere Gedanken mitzutheilen, hindern doch oft bey uns selbst die Entstehung neuer Ideen. So wiederholte er sich unablässig das Wort Feuchtigkeit, und dieses führte ihn immer auf Erscheinungen, bey denen er nichts beständiges fand. Endlich wurde er müde, sich an Worte zu binden, und richtete seine Aufmerksamkeit auf die natürlichen Erscheinungen selbst. Er kam dabey bald auf das Wasser, und fand das äusserste der Feuchtigkeit nach langen Umschweifen endlich in diesem so einfachen Gegenstande, welcher, wie es ihm nun vorkam, seine Aufmerksamkeit zuerst hätte auf sich ziehen sollen. Jetzt betrachtete er die Feuchtigkeit nicht von einem ersten Normal-Hygrometer auf die ande-

andere copirt wären; 3) daß sich alle diese Werkzeuge bey einerley Veränderung der Feuchtigkeit vollkommen auf einerley Art verhalten müsten. Daß solche Werkzeuge die wirklichen Verhältnisse der absoluten Grössen der Feuchtigkeiten zeigen sollten, hielt er für wünschenswerth, aber nicht für nothwendig, da die drey angezeigten Bedingungen hinreichen, um sich verstehen zu können, wenn man von Graden der Feuchtigkeit redet.

Nachdem er also bestimmt hatte, was eigentlich zu thun sey, fing er bey dem ersten Punkte an, und machte, um seine Aufmerksamkeit desto mehr darauf zu richten, von dem Gegenstande desselben einige Unterabtheilungen. Er muste anfänglich auf die Erscheinungen der Feuchtigkeit denken, und einen bestimmten Zustand der Körper, in Absicht auf dieselbe, ausfindig machen. Dieser Zustand konnte entweder die äusserste Feuchtigkeit, oder die völlige Trockenheit, oder ein dazwischen fallender bestimmter Zustand, seyn. Da das äusserste in der Natur immer sehr schwer zu finden ist, so hofte er am ersten, einen dazwischen fallenden festen Punkt zu entdecken, allein, er fand immer nur das Bedürfniß, ein Maaß der Feuchtigkeit zu haben, ohne auf Gründe eines solchen Masses selbst zu kommen. Eben so wenig gelang es ihm mit der absoluten Trockenheit. Sie ist nicht anders, als durch das Feuer zu erhalten, welches doch zugleich die Natur der Körper verändert. Er muste also seinen festen Punkt da suchen, wo er ihn am wenigsten zu finden gehoft, Dünste u. s. w. blosse Modificationen dieser Substanz, verschiedene Gattungen eines und eben desselben Geschlechts, wovon das Wässerigte das allgemeine Kennzeichen ist. Dieses Geschlecht nennt er den Humor. Je mehr ein Körper von diesem Humor enthält, desto feuchter ist er; und wenn er im Wasser gele-

gelegen, und desselben so viel in sich genommen hat, daß er nichts mehr davon annimmt, so hat er den äussersten Grad der Feuchtigkeit, denn das Wasser, welches seine Zwischenräume erfüllt, ist der auf den höchsten Grad concentrirte Humor. Es kann zwar der zerstreute Humor (Humor discret) oder es können die Dünste verschiedener Art, eben so grosse Wirkungen hervorbringen, als der concrete, oder das Wasser; es findet sich aber allemal einiger Unterschied, besonders in Ansehung der Zeit. Die mit Luft umgebenen Körper verlieren durch die Ausdünstung unaufhörlich einen Theil des Humors, den sie aus der Luft annehmen. Ist nun die Anfeuchtung stärker, als die Ausdünstung, so wird der Körper endlich auf den höchsten Grad angefeuchtet, oder durchnässet, und zwar eher oder später, je grösser oder geringer die Quantität des Humors ist, die er in einer gewissen Zeit bekommt, und je mehr oder weniger diese Quantität die Grösse der Ausdünstung übersteigt. Der Körper wird also schnell durchnässet, wenn der Humor bis zu Wasser verdichtet ist; denn die Ausdünstung auf der Oberfläche des Wassers ist, in Vergleichung mit der Wirkung desselben auf die eingetauchten Körper, unbeträchtlich. Hingegen wird er nur nach und nach, und oft nur zum Theil durchnässet, wenn der nicht mehr in ihren einzelnen Erscheinungen, sondern er sah sie blos als eine Wirkung der in den Körpern zerstreuten Wassertheilgen an, und fand also in dem Wasser selbst, wo sich seine Theilgen am meisten nähern, den höchsten Grad ihrer Wirkung.

Um bey dieser Materie alle Zweydeutigkeit zu vermeiden, bestimmt er zuvörderst die Bedeutungen der Worte genau. Feuchtigkeit ist bey ihm blos eine Wirkung, eine Veränderung der Körper, welche durch eine

ne Ursache von verschiedener Stärke, nämlich durch die Wassertheilgen, hervorgebracht wird. Diese Ursache in ihrer größten Allgemeinheit, und unter allen denen Gestalten, welche sie in der Natur annimmt, benennt er mit dem lateinischen Namen Humor. Also sind Eis, Wasser in allen Graden seiner Wärme, Hagel, Schnee, Reif, Regen, Thau, Wolken, Nebel unsichtbare Humor zerstreuet, oder in Dünste verwandelt ist, denn alsdann dringt er nur theilweise ein, und es verdunstet zwischen den Stellen dieser Theile mehr oder weniger davon, nach der verschiedenen Beschaffenheit der Luft oder des befeuchteten Körpers. Dennoch hat dieser Unterschied zwischen den Wirkungen des concreten und des zerstreuten Humors, in Absicht auf die Zeit, nur an der Oberfläche der Körper, und bis auf eine geringe Tiefe unter derselben, Statt. In dem Innersten dicker Körper nimmt er ab, und kann sogar in das Entgegengesetzte übergehen, weil der zerstreute Humor leichter, als das Wasser in die Zwischenräume dringt, welches den Mangel an Kraft und Dichte ersetzen und wohl gar übersteigen kann.

Hierdurch wird eine Schwierigkeit gehoben, welche Hrn. de Lüc anfänglich in Verlegenheit setzte. Er hatte von den Vogelstellern gehört, daß wenn sie den Wasser-Vögeln nachstellten, die Fäden ihrer Netze durch den Thau stärker, als durch die Berührung des Wassers selbst, gespannt würden. Es schien ihm also das, was er für den äussersten Grad des Humors hielt, weniger Wirkung zu thun, als ein geringerer Grad desselben. Er entdeckte aber hernach zwey besondere Ursachen dieses Unterschiedes. Die eine ist die zwischen den Fasern der Fäden enthaltene Luft, welche dem Eindringen des Wassers widersteht, weil das Wasser selbst ihr die Wege und Oeffnungen verschließt,

durch

durch welche sie heraus gehen könnte. Den Tröpfgen des Thaues kann diese Luft ausweichen, weil ihr dieselben Platz genug frey lassen, um neben ihnen zwischen den Fäsern der Fäden durchzugehen. Eine andere, weniger merkliche, aber eben so gewisse Ursache dieser Erscheinung ist der Unterschied der wechselseitigen Anziehungs-Kraft, der Theilgen des concreten und zertheilten Humors, welcher eine grosse Verschiedenheit in der Leichtigkeit veranlaßt, mit welcher sich diese Theilgen von einander trennen, um eines nach dem andern in die engen Zwischenräume einzudringen. Wenn der Humor in der Gestalt des Wassers an die Zwischenräume der Körper tritt, so ist die Anziehungs-Kraft seiner Theilgen sehr stark, und verhindert ihr Eindringen weit mehr, als wenn sie durch andere Ursachen schon getheilt, und in Tröpfgen des Thaues oder der Dünste verwandelt sind. Diese Erscheinung macht also keinen Einwurf gegen den von Herrn de Lüc angenommenen Grundsatz; es ist ein einzelner Fall, und es bleibt in der Regel allezeit wahr, daß die in Wasser getauchten Körper dem äussersten Grade des Humors ausgesetzt sind. Um die Ursache dieser Ausnahme vom Hygrometer abzuhalten, ist es genug, wenn man der Luft den Zugang verwehret, und den Körpern, auf welche der Humor würken soll, keine allzugrosse Dicke giebt.

Eine andere Schwierigkeit, welche ihm beyfiel, war diese, daß das Wasser wahrscheinlich mehr oder weniger auf die Körper wirkt, nachdem es mehr oder weniger warm ist. Dieses aber hinderte ihn im geringsten nicht. Er suchte nur einen festen Punkt für das Hygrometer, und keinesweges die größte mögliche Wirkung des Wassers, als der befeuchtenden Ursache, und durfte also bey seinen Versuchen immer nur einer-

einerley Grad der Wärme gebrauchen. Um diesen Grad noch genauer zu bestimmen, entschloß er sich das Wasser zu gebrauchen, wenn es eben aufhört, Eis zu seyn. Also wird für die Basis der Scale eines jeden Hygrometers, die Befeuchtung, welche das zerschmelzende Eis bewirkt, angenommen. Nunmehr schien ihm dieser Grundsatz so einfach und leicht, daß es ihm unbegreiflich war, wie man so lange Zeit über, nicht darauf gekommen sey; die Schwierigkeiten aber, die ihn selbst von seiner Entdeckung abgehalten hatten, zeigten ihm bald die Ursache davon. Der Begriff vom Hygrometer war verwickelt und unbestimmt, es zeigten sich alle Schwierigkeiten auf einmahl, und die Aufmerksamkeit reichte nicht zu, alle diese Ideen zu umfassen. Die ersten Schritte, die man wagte, führten sogar vom rechten Wege ab. Von der einen Seite suchte man ein Hygrometer in Materien, deren Natur das Wasser mehr oder weniger verändert, und die schon bisher zu Hygroskopen gedient hatten, von der andern nannte man die Ursache, deren Wirkung man zu messen suchte, Feuchtigkeit; beydes lenkte von dem Gedanken ab, den festen Punct des Hygrometers durch das Wasser zu finden. Auch er bemerkte die erste dieser Schwierigkeiten, aber sie schien ihm an und für sich nicht unüberwindlich zu seyn. Er hofte, einen Körper zu finden, welcher gegen die befeuchtende Kraft des Wassers empfindlich wäre, ohne daß doch die Natur desselben dadurch verändert würde. Von der Beschaffenheit dieses Körpers hing die Form des Hygrometers, und die Einrichtung der Grade, ab, nach welchen es die verschiedene Quantität des Humors anzeigen sollte, er wählte daher die Entdeckung eines solchen Körpers zum weiten Gegenstande seiner Untersuchungen.

Auch bey dieser Betrachtung gebrauchte er den Vortheil, von dem Gegenstande derselben Abtheilungen zu machen. Er betrachtete in dieser Absicht jedes Naturreich einzeln, und untersuchte die verschiedenen darein gehörigen Materien. Das Mineral- und Pflanzenreich lieferte ihm nichts zu seiner Absicht dienliches, d. i. keine Materie, die zwar der Einwirkung des Humors fähig wäre, doch aber durch dieselbe, oder durch andere Ursachen in ihrer Natur nicht verändert würde; bey der Betrachtung des Thierreichs hingegen, zogen die Knochen und besonders das Elfenbein seine Aufmerksamkeit auf sich. Das letztere schien ihm alle erforderliche Eigenschaften zu besitzen. Er erinnerte sich, daß ein elfenbeinerner Hahn, den er gebraucht hatte, sich schwerer oder leichter hatte drehen lassen, nachdem die Luft feuchter oder trockner gewesen war. Er hatte beym Mahlen in Wasserfarben elfenbeinerne Paletten gebraucht, und dabey keine bleibende Veränderung der Natur dieser Materie bemerkt. Endlich war ihm die Elasticität des Elfenbeines bekannt, die ihn hoffen ließ, es werde bey einerley Grade der Feuchtigkeit auch wieder auf einerley Zustände zurück kommen.

Es blieb aber bey diesem zweiten Puncte noch etwas zu bestimmen übrig, welches mit dem dritten, nämlich mit der Beschaffenheit der Grade des Hygrometers, in Verbindung stand. Man mußte die Gestalt bestimmen, welche das Elfenbein bekommen sollte, damit der Humor leicht auf dasselbe wirken, und man diese Wirkung zugleich abmessen könnte. Er fiel zuerst darauf, elfenbeinerne Stäbchen zu gebrauchen, und ihre Verlängerung vermittelst einer Maschiene, die dem Pyrometer ähnlich wäre, zu messen. Er dachte auch auf einen grossen Nonius, der aus einem elfenbeinernen und einem metallenen Lineal bestünde. Beyde

de Maschienen waren bestimmter Eintheilungen fähig, weil sich die Länge der Stücke und ihre Verhältniß abmessen liessen. Er glaubte also seinen Zweck erreicht zu haben, als ihm beyfiel, es könnte vielleicht das Elfenbein, so wie das Holz, die Einwirkung des Humors nach der Länge der Fasern nicht annehmen und also diese beyden Arten von Mikrometer unvollkommen und die Grade des Hygrometers unvollkommen machen. Auch befürchtete er, daß wenn er den elfenbeinernen Stäbchen die nöthige Dicke geben wollte, um ihre Krümmung zu verhüten, dieses ein Hinderniß ihrer gänzlichen Durchdringung von dem Humor seyn möchte. Hieraus folgte, daß er dem Elfenbein eine solche Gestalt geben muste, daß es zwar sehr dünn würde, doch aber der Krümmung wiederstünde, und daß die abzumessenden Veränderungen blos auf die Annäherung oder Entfernung seiner Fasern von einander ankämen.

Nach diesen nothwendigen Bedingungen richtete er seine Untersuchung ein, und überdachte nach und nach verschiedene Gestalten dünner Gefässe von Elfenbein, deren verschiedenen Halt (Capacität) man mit Quecksilber ausmessen könnte. Endlich kam er auf die Gedanken, einen holen Cylinder zu wählen, dessen verschiedene Capacität bey einer grössern oder geringern Feuchtigkeit man messen könnte, wenn man ihn mit Quecksilber anfüllete, welches alsdenn in einer mit dem Cylinder verbundenen Glasröhre auf- und abstiege, je nachdem der Cylinder mehr oder weniger Feuchtigkeit enthielte. Es blieb also nichts weiter übrig, als ein Mittel zu finden, wodurch sich aus der Höhe des Quecksilbers in der Glasröhre, die Veränderung der Capacität des elfenbeinernen Cylinders bestimmen liessen. Anfänglich glaubte er, man dürfte nur mit ei-

ner subtilen Wage das Gewicht des Quecksilbers er=forschen, welches in dem ganzen Cylinder, und das in einem bestimmten Theile der Röhre Platz hätte, so würde man beyde mit hinlänglicher Genauigkeit vergleichen, und darnach die Veränderung der Quecksilbersäule, nach Graden, welche aliquote Theile der ganzen Masse wären, abmessen können. Dieses Mittel war an und für sich genau; sollte es aber dieses auch in der Ausübung bleiben, so erforderte es eine so scharfe Wage, daß er sich nicht getrauete, die Verfertigung eines Werkzeuges darauf zu bauen, dessen Gebrauch so ausgebreitet seyn sollte. Denn Wagen von solcher Genauigkeit sind, wegen ihres hohen Preises, nur selten. Er erinnerte sich sogar, daß er selbst diesen Umstand unter die Mängel des Delislischen Thermometers gerechnet hätte, und sahe die Nothwendigkeit ein, ein Mittel zu suchen, ihn hier zu vermeiden. Der Gedanke an das Thermometer war glücklich für ihn. Er blieb sogleich dabey stehen, weil er einige Verbindung zwischen den Scalen des Thermometers und seines Hygrometers zu bemerken glaubte. Bey genauerer Untersuchung der Sache, fand er in der That, daß er zu der Röhre eines Hygrometers eine Thermometer=Röhre gebrauchen könne, welche schon vermittelst zweyer festen Puncte der Wärme graduirt würde, wissen dürfe, um an dem letzteren Werkzeuge eben so bestimmte Grade, als an dem Thermometer, zu haben. Er durfte nur den Räumen, in welchen sich die Grade beyder Werkzeuge befanden, eben die Verhältnisse geben, die er unter den Gewichten ihres Quecksilbers gefunden hatte. Dieses Verfahren wählte er nicht allein wegen seiner Leichtigkeit in der Ausführung, sondern auch darum, weil es ihm ein sehr einfaches Mittel, eine Berichtigung in Ansehung der

Wär=

Wärme des in dem Hygrometer enthaltenen Quecksilbers darboth. Denn, das Werkzeug selbst, ist (wenn man die Wirkungen der Feuchtigkeit bey Seite setzt) nichts anders, als ein sehr regelmässig graduirtes Thermometer, daß also die Veränderungen eines damit verbundenen Thermometers diese Berichtigung sogleich, ohne weitere Rechnung angeben müssen.

Da Hr. de Lüc solchergestalt alle zu seinem Hygrometer nöthigen Gründe festgesetzt hatte, blieb ihm nichts weiter, als die Verfertigung selbst, übrig. Er machte, bey seiner Rückkunft von gedachter Reise, den Anfang mit einigen Versuchen, um die Art der Einwirkung des Wassers in das Elfenbein und seine Grösse, kennen zu lernen. Er verfertigte, in dieser Absicht, ein kleines cylindrisches Gefäß von Elfenbein, welches 1. Zoll im Durchmesser, 8. Lin. Tiefe und nur $\frac{1}{4}$. Lin. Stärke der Wände hatte. Ein hölzerner Cylinder, dessen Durchmesser der Weite des Gefässes im Lichten gleich war, paßte genau und strenge in dasselbe hinein. Er senkte hierauf das Gefäß in Wasser, doch so, daß es nur von aussen bis an den obern Rand benetzet wurde; in dieser Stellung wurde es durch ein kleines Gewicht, welches auf seinem Boden lag, fest gehalten. In kurzer Zeit füllte der hölzerne Cylinder, welcher vorher genau eingepaßt hatte, das Gefäß nicht mehr aus. Einige Stunden darauf glaubte er zu bemerken, daß die innern Wände des Gefässes naß würden, und fand sie durch das Vergrösserungs-Glas mit einem sehr feinen Thau bedeckt. Dieser Thau nahm nicht zu, obgleich das Gefäß noch länger im Wasser blieb; vielleicht erschöpfte die Ausdünstung alles das Wasser, welches durch das Elfenbein drang. Auch schien die Capacität des Gefässes, welche bis zur

Erscheinung dieses Thaues immer zugenommen hatte, nun nicht weiter zu wachsen.

Dieser erste Versuch war mit seinen Muthmassungen übereinstimmend genug, um ihm Hoffnung zu geben. Indessen war er doch über das Durchschwitzen des Wassers durch das Elfenbein verlegen. Er sah, daß es auf diese Art auch in sein Hygrometer eindringen würde, und dieses schien ihm anfänglich ein Fehler zu seyn. In der Folge aber fand er den Vortheil darin, daß das Wasser, wenn es durch das Elfenbein gedrungen wäre, das Quecksilber ein wenig zurücktreiben würde, so, das dieses nach seinem Falle in der Röhre während dem Eindringen des Wassers, wieder steigen würde, wenn die Zwischenräume des Elfenbeines völlig durchdrungen wären, welcher Umstand ihm die Beobachtung des tiefsten Falles des Quecksilbers erleichterte. Von dem in den Cylinder eingedrungenen Wasser aber hoffte er, es werde wieder zurück treten, wenn das Elfenbein von aussen trocken wäre.

Durch diesen Versuch war er nun versichert, daß das Elfenbein der Einwirkung des Humors sehr merklich unterworfen sey, und er hatte nur noch zu untersuchen, ob dasselbe auch einerley Veränderungen auch allezeit auf einerley Art empfände. In dieser Absicht nahm er sein Gefäß aus dem Wasser, und setzte es an die Luft. Seine Capacität nahm bald ab, kam aber so gar nach Verlauf einiger Tage, nie wieder zu ihrer vorigen Grösse zurück. Dieses setzte ihn noch in einige Verlegenheit; er vermuthete aber, daß der Meissel bey dem Ausdrehen, das Elfenbein von aussen ein wenig zusammen gedrückt, das Wasser aber die Fasern desselben wieder in ihre erste Lage gebracht habe, wobey denn die Capacität des Gefässes ein wenig vergrössert worden sey. Diese Muthmassung zu prüfen, ver-

verfertigte er einen andern hölzernen Cylinder, welche die ganze neue Capacität des Gefässes vollkommen ausfüllte, setzte das Gefäß wieder in Wasser, und ließ es die erforderliche Zeit über darin. Alsdenn ließ er es trocken werden, und nun schien es den hölzernen Cylinder, wieder wie vorher, auszufüllen. Er zog daraus für sein Hygrometer den Schluß, daß man das elfenbeinerne Gefäß, ehe man es gebrauchte, einige Zeit in Wasser setzen, und alsdenn wieder trocken werden lassen müsse. Da sich also alle seine Vermuthungen bestätigten, so viel es nur bey diesen vorläufigen Versuchen möglich war, und da er doch einige Folgen daraus, in Ansehung der Gestalt und Proportion der Theile seines Werkzeuges, hätte ziehen können, war er im Stande, es so auszuführen, wie ich es jetzt beschreiben werde.

Das vornehmste Stück ist die elfenbeinerne Röhre, die an einem Ende offen, am andern aber verschlossen ist. Um dieses Stück zu verfertigen, nehme man ein 3 Zoll langes, und etwa $\frac{1}{2}$ Zoll starkes Stück Elfenbein, einige Zoll weit von der Spitze eines starken Zahns heraus, genau aus der Mitte zwischen der äußern Fläche des Zahns, und dem holen Kanal, der inwendig bis an die Spitze fortgeht. Wenn dieses Stück Elfenbein abgedreht ist, so wird es genau nach der Richtung seiner Fasern, und sehr gerade, $2\frac{1}{2}$ Linie weit, und 2 Zoll, 8 Linien tief, ausgebohrt.

Hierauf bereite man sich einen meßingenen $3\frac{1}{2}$ Zoll langen Cylinder, und befestige an dem einen Ende desselben einen Würtel, darum man die Schnur auf der Drehbank ziehen könne. Dieser Cylinder muß mit der größten Sorgfalt abgedreht werden, theils um eine vollkommne Rundung zu erhalten, theils damit er aufs allergenauste in die Hölung des elfenbeinernen

Stücks von aussen den Punkt, den die Axe des meßingenen Cylinders trift, damit sich dieser genau um die Axe drehe.

Die zu diesem Hygrometer dienende Glasröhre muß ungefähr 14 Zoll lang seyn. Ihre Weite im Lichten beträgt etwa ⅔ Linien. Bey dieser Größe fällt die Quecksilbersäule ungefähr um 6 Zoll, wenn man an einem heitern Sommertage das Hygrometer in schmelzendes Eis setzt. Der äußere Durchmeßer der Röhre muß etwa 2 Linien betragen, damit der Theil eines messingenen Stücks, worein sie paßt, welcher in die elfenbeinerne Röhre gesteckt wird, so dünn als möglich werde. Sonst kann, aller angewandten Vorsicht ungeachtet, doch das äußerste Ende dieses meßingenen Stücks an das Quecksilber stoßen, und von demselben angegriffen werden.

Die Röhre muß von einem Thermometer genommen werden. Natürlicherweise hat sie also an ihrem Ende einen Ausfluß. Dieser muß ihr gelaßen werden, damit das Quecksilber beym Füllen die Luft vor sich her treiben könne, wenn es aus dem elfenbeinernen Gefäs in die Glasröhre tritt. Diesen Ausfluß zu erhalten, bricht man die Kugel des Thermometers unten entzwey, nimmt sie stückweise mit einer kleinen Zange bis um die Röhre herum ab, und schleift das Ende auf dem Rade eines Steinschneiders cylindrisch. Eben so verfährt man mit dem andern Ende der Glasröhre.

Das andere Stück dient, die elfenbeinerne Röhre mit der Glasröhre zu verbinden. Dieses Stück ist von Meßing, und cylindrisch ausgebohrt, daß die Glasröhre so genau als möglich hineinpaßt, ohne jedoch beym Hineinstoßen zu zerbrechen. Seine äußere

Weite muß in die elfenbeinerne Röhre einpaßen, aber ein wenig streng hineingehen.

Damit nun der Theil der elfenbeinernen Röhre, der dieses meßingene Stück umgiebt, nichts von den Einwürkungen des Humors erleide, so umschloß Hr. de Lüc noch diesen Theil der Röhre mit einem meßingenen Ringe.

Zur Verbindung aller dieser Stücke nahm Hr. de Lüc Gummilack oder Mastix, welcher an dem warmen Meßing oder Glase schmilzt. Um das meßingene Stück an die Glasröhre zu befestigen, verfuhr er auf folgende Art. Er stieß die Glasröhre durch dasselbe, so daß es noch einen Zoll weit von dem Orte absteht, an welchen es eigentlich kommen soll. Hierauf brachte er das Ende der Röhre an ein Kohlenfeuer, dem er es allmählig näherte, und drehte sie, damit sie sich nebst dem meßingenen Stück, das nicht weit davon abstand, recht gleichförmig erhitze. Wenn sie beyde so heiß waren, daß sie das Gummilack schmelzten, so bestrich er die Röhre damit, und stieß das meßingene Stück mit Hülfe eines dazu bereiteten ausgebohrten Holzes, das er über die Röhre warf, an seinen Platz. Wenn sich beym Herabstoßen des meßingenen Stücks am Ende der Röhre der Lack anhäufte, so nahm er ihn sorgfältig weg, doch so, daß zuletzt noch eine dünne Schicht davon am Ende des meßingenen Stücks zurückblieb, und daßelbe bedeckte. Dies war nöthig, um es vor dem Quecksilber zu schützen, welches das Meßing angreifen könnte. Sobald nun dieses Stück an seinem Platze, und indem es noch heiß war, bestrich er auch von außen seinen cylindrischen Theil mit Lack, und stieß ihn in die elfenbeinerne Röhre, die er ein wenig an die Kohlen gelegt hatte, um sie gelind zu erwärmen, damit der Lack

desto fester hafte. Wenn diese Stücke erkalten, so ist alles vollkommen fest, und es kann weder Quecksilber noch Luft dazwischen kommen.

Hierauf füllte Hr. de Lüc das Werkzeug mit Quecksilber. In dieser Absicht rollte er ein 3 Zoll breites Papier um die Röhre, und band daßelbe an dem Ende, welches dem elfenbeinernen Cylinder am nächsten steht, zusammen. Hierauf steckte er in die Röhre ein langes Roßhaar, das unten bis in den Cylinder ging, oben aber noch 3 bis 4 Zoll über die Röhre hervorragte. Nun schob er die papierne Röhre, die sich an der Glasröhre gerundet hatte, herauf, und sie diente ihm statt eines Trichters, um das Quecksilber einzufüllen.

Wir kommen nun auf die Scale des Hygrometers. Hrn. de Lüc's Verfahren bey der Bestimmung ihrer Basis war folgendes. Sobald die Luft gänzlich heraus war, hing er das Hygrometer in ein Gefäs voll gestoßenen Eises, welches mit dem davon abschmelzenden Waßer vermischt war. Den abgeschmolzenen Theil ersetzte er immerfort durch hinzugethanes frisches Eis, so lang das Verfahren dauerte, welches insgemein zehen bis zwölf Stunden ausmachte. In der ersten Stunde fiel das Quecksilber ungefähr um das Drittheil des ganzen Raums, den es zu durchlaufen hatte; in der zweyten aber fällt es langsamer, und so nimmt seine Geschwindigkeit immer mehr und mehr ab, bis es endlich nach sieben oder acht Stunden stehen bleibt, und zwey bis drey Stunden lang auf einerley Stand aushält. Alsdann sieht man durch das Elfenbein, welchem die Feuchtigkeit mehr Durchsichtigkeit gegeben hat, einen glänzenden sehr zarten Thau auf der Oberfläche des Quecksilbers. Endlich

lich fängt es wieder an zu steigen, und die Arbeit ist vollendet.

Hr. de Lüc schiebt dem Quecksilber, wenn es in den letzten Schritten seines Falls begriffen ist, einen sehr dünnen und fest um die Röhre gebundenen Faden nach, und läßt denselben an der tiefsten Stelle, auf welche das Quecksilber gefallen ist. Steht dieser Punkt im Verhältniß mit der Länge der Röhre zu tief, so füllt er etwas Quecksilber nach, und schiebt den Faden so weit, als dies erfordert, herauf; steht aber der Punkt zu hoch, so nimmt er Quecksilber heraus, und schiebt den Faden herunter, und in beyden Fällen leistet das Roßhaar gute Dienste. Dieser so bestimmte Punkt ist nun die Null des de Lüc'schen Hygrometers. Bey ihm ist eigentlich die Trockenheit Null. Denn er ist der Punkt der größten Feuchtigkeit bey der Temperatur des schmelzenden Eises. Von ihm aus werden diese Grade gezählt, welche also eigentlich Grade der Austrocknung sind. Die Bestimmung dieser Grade ist die letzte zur Verfertigung des Hygrometers wesentlich nothwendige Arbeit; die Größe der Hygrometergrade muß sich zur Größe der Thermometergrade verhalten, wie das Gewicht des Quecksilbers im Hygrometer zum Gewicht des Quecksilbers im Thermometer, wozu die Röhre des Hygrometers gehört; folglich wie sich das Gewicht des Quecksilbers im Thermometer zum Gewicht deßelben im Hygrometer verhält, so verhält sich ein jeder Raum auf der Scale des Thermometers genommen zu dem übereinstimmenden Raum auf der Scale des Hygrometers.

Der erste Versuch, den Hr. de Lüc in dieser Art anstellte, betraf einen Gegenstand, um deßen willen er vornehmlich ein Hygrometer gewünscht hatte. Er hatte in seinem Werke über die Veränderungen der

Atmosphä-

Atmosphäre sein System über die Dünste vorgetragen. Es war eine Folge aus demselben, deren Wahrheit er zu prüfen wünschte, daß die Vermehrung der Wärme, die man allzeit bey Annäherung des Regens wahrnimmt, einem Ueberflusse der Dünste zuzuschreiben sey; daß hingegen die geringere Wärme in den obern Gegenden der Atmosphäre großentheils von dem Mangel der Dünste herrühre.

Diese letztere Folge hatte er auf eine Beobachtung gegründet, die sich ihm zufälliger Weise im Monat September 1770, auf einem Berge in Faucigny 1560 Toisen über der Meeresfläche darbot. Ein eiserner Ring, der das äußerste Ende eines zerspaltenen Stocks zusammenhalten sollte, und der in dem flachen Lande bey heiterm Himmel mit dem Hammer fest aufgetrieben war, trennte sich auf dem Gipfel des Bergs freywillig ab, da das Thermometer an der Sonne auf 3 Grad über Null, unten in der Pläne aber auf 18 stand. Diese Erscheinung nebst einigen andern, die er zu gleicher Zeit wahrnahm, bestärkte ihn in dem Gedanken, daß die geringere Wärme der obern Gegenden der Atmosphäre zum Theil von dem geringern Grade ihrer Feuchtigkeit herrühre. In dieser Absicht war es Hrn. de Lüc sehr angelegen, den Unterschied der Feuchtigkeit verschiedener Schichten der Atmosphäre genau zu kennen. Dies war also die erste Beobachtung, an die er dachte, sobald er den Werkzeugen in dem Futerale seines Barometers noch ein Hygrometer beygefügt hatte. Er unternahm es also, den Buet (dies ist der Name des Bergs) zum zweytenmal zu besteigen. Seine Begleiter waren Hr. Dentan, ein sehr geschickter junger Naturforscher, und sein Bruder, der ihn bey allen Unternehmungen begleitet hatte,

und

und auch von der vorigen Beobachtung, die er jetzt genauer prüfen wollte, ein Zeuge gewesen war.

Bey der Abreise am 29 Aug. 1772 stand das Hygrometer im Zimmer auf 86, das Barometer auf 27 Zoll 1 Lin. Kaum hatten sie die Reise angefangen, als sie eine drückende Sonnenhitze verspürten, die man sonst in dieser Jahrszeit kaum erwartet. Hr. de Lüc vermuthete sogleich, daß das Barometer fallen würde, und er fand es in der That auf dem Wege überall tiefer, als er es sonst an eben denselben Orten bey heiterm Himmel gefunden hatte. Inzwischen blieb doch der Himmel hell, und war es auch noch am folgenden Tage, an welchem sie um zwey Uhr des Nachmittags den Berg zu besteigen anfiengen, um die Nacht auf den höchsten Scheuren deßelben zuzubringen, und am folgenden Tage desto eher den Gipfel erreichen zu können.

Ehe sie von Sixt, einer am Fuße des Berges gelegenen Abtey ausgiengen, fand Hr. de Lüc das Hygrometer an der freyen Luft, aber im Schatten auf 94; das Thermometer im Schatten auf 19, an der Sonne auf 24 Grad. Um 5 Uhr kamen sie an einen Ort, ungefähr 300 Toisen über der Abtey, der rings umher mit Bergen umgeben ist, und daher den Namen les Fonds erhalten hat. Hier beobachteten sie Thermometer und Hygrometer; das erste stand an der Sonne auf 15¼, das letzte stieg im Schatten auf 96. Eben so beobachteten sie beyde Werkzeuge um halb sieben Uhr an einem ziemlich freyen Ort, etwa 160 Toisen über den vorigen, und fanden das Thermometer auf 15, das Hygrometer auf 106. Je höher sie stiegen, desto heiterer schien der Himmel, und ungeachtet der gewöhnlichen Vermehrung der Feuchtigkeit in der Luft nach Sonnenuntergang, welche sonst auch bey

dem

dem schönsten Wetter erfolgte, stand doch um 10¾ Uhr des Abends, außer der Hütte, das Hygrometer auf 123, wobey das Thermometer 13¾ Grad zeigte. Beyde fielen die Nacht über, und da sie am Morgen aufbrachen, ward das erste auf 109, das letztere auf Grad gefunden.

Bey den letztern beyden Beobachtungen hatte das Hygrometer lange an freyer Luft gestanden, und also Zeit genug gehabt, sich vollkommen nach dem Grade der Feuchtigkeit, der daselbst herrschte, zu stellen; aber diese Zeit fehlte gerade bey den wichtigsten Beobachtungen, die er am genausten anzustellen gewünscht hätte. Das Hygrometer war in des Hrn. de Lüc's Barometerfutteral verschloßen; er hätte also dieses so lang offen halten müßen, bis sich das Werkzeug nach dem Zustande der Luft hätte bequemen können: und doch konnte er nicht viel Zeit auf diese Beobachtungen verwenden.

Die erste machten sie früh um 9 Uhr, ungefähr 1000 Toisen über der Pläne. Der Himmel schien heiter, die Pläne aber ward von Dünsten verdeckt: das Thermometer stand an der Sonne auf 13¾, das Hygrometer im Schatten stieg auf 115.

Erst um zwey Uhr des Nachmittags erstiegen sie den Gipfel dieses Bergs, der stets mit einer ungeheuren Menge von Schnee und Eis bedeckt bleibt. Sie empfanden daselbst einen sehr starken Südwind, und obgleich dieser in jenen Plänen der wärmste Wind ist, und es eben fast die wärmste Tagesstunde war, so stand doch das Thermometer an der Sonne nur auf 6 Grad. Die Heftigkeit des Windes trieb sie nach einer Viertelstunde von diesem Gipfel wieder herab. Während dieser Zeit war das Hygrometer nur bis 119 gestiegen,

gen; sie konnten aber schliessen, daß es noch nicht den Punkt seines Stillstehens erreicht habe.

Sie verließen den Gipfel um 2¼ Uhr, um sich hinter den Felsen, etwa 50 Toisen tiefer, vor dem Wind zu schützen. An diesem Orte blieben sie etwa eine Stunde lang; das Hygrometer stieg an der freyen Luft, aber stets im Schatten, nach und nach bis 132½, und würde vermuthlich noch höher gestiegen seyn, wenn sie nicht, um vor Einbruch der Nacht ihre Hütten zu erreichen, diese Gegenden hätten verlaßen müßen.

Nach einem heftigen Sturm und unaufhörlichen Regen stand am andern Morgen das Hygrometer auf 105, das Thermometer auf 10; es regnete noch gegen Mittag, als sie zurückkamen, das Hygrometer stand auf 99, das ist 5 Grade höher als es bey der Abreise gestanden hatte, das Thermometer stand auf 14 Grade.

Hr. de Luc vermuthete aus einigen zufälligen Bemerkungen, daß die unmittelbare Würkung der Sonne in seinen Hygrometern eine Trockenheit verursache, die nicht gänzlich dem Zustand der Luft in Absicht auf ihre Feuchtigkeit könne zugeschrieben werden, die vielmehr zum Theil von einer besondern Eigenschaft der Sonnenstrahlen herrühre, die wir in vielen Körpern Wirkungen hervorbringen sehen, welche man nach den gewöhnlichen Gesetzen der Wärme nicht erklären kann. Diese erste Bemerkung hatte ihn veranlaßt, das Hygrometer auf seiner Bergreise stets im Schatten zu beobachten; nach seiner Rückkehr aber ward er begierig, genauer zu wißen, ob seine Vermuthung einigen Grund habe.

Der erste Plan zu dieser Untersuchung war, zwey Hygrometer zugleich, das eine an der Sonne, das andere im Schatten zu beobachten, doch beyde sehr nahe bey einander, und freystehend, damit sie von einerley

nerley Luft umgeben wären. Die Landluft schien Hrn. de Lüc dazu weit schicklicher als die Stadtluft, und er dachte also zugleich, die Veränderungen der Feuchtigkeit in der freyen Luft einen ganzen Tag über zu beobachten.

Hr. de Lüc stellte am 13 Sept. 1772 Beobachtungen in einem Garten an, der an der Westseite eines Sees liegt, und von demselben nur durch einen anderen Garten und durch einige Gebäude getrennt wird. Er stellte daselbst zwey von seinen Hygrometern vollkommen frey auf; denn an dem einen befand sich nichts weiter, als eine an die Röhre befestigte Scale, und das andere stand an einem Brette, das längst des elfenbeinernen Cylinders sehr weit ausgeschnitten war. Sie waren $4\frac{1}{2}$ Schuh über der Erde, und einen Schuh weit von einander aufgehangen. Das Hygrometer ohne Brett ward durch eine Pappe, die etwa einen Schuh breit war, und einen Schuh weit abstand, vor der Sonne beschützt. Jedes Hygrometer hatte ein Thermometer mit freystehender Kugel bey sich.

Am Abend vor der Beobachtung stand in Hrn. de Lüc's Zimmer das eine Hygrometer auf 93, das andere auf $96\frac{1}{2}$. Diesen Unterschied zu berichtigen, nimt er an, er bleibe der Höhe proportional, und addirt zu der Höhe des Hygrometers, welches am niedrigsten steht, allzeit $\frac{1}{27}$, damit nur derjenige Theil übrig bleibe, den die verschiedene Einwürkung der Feuchtigkeit in beyde Werkzeuge verursacht. Dieses niedriger stehende Hygrometer beobachtete er ohne Brett im Schatten: es war daßelbe, das er auf den Bergen bey Sixt beobachtet hatte. Er hing beyde in dem erwähnten Garten früh um 6 Uhr auf: die Pflanzen waren mit Thau bedeckt, und die Sonne wollte eben aufgehen, konnte aber wegen einiger Gebäude gegen

Mor-

Morgen diesen Theil des Gartens nicht sogleich bescheinen. Sobald sie an die Luft kamen, fielen sie schnell, doch dasjenige am schnellsten, das ohne Brett war: sie fuhren auch beyde fort, zu fallen, als die Sonne im Garten erschien. Man wird ihr und der zugehörigen Thermometer Verhalten während 19 Stunden, aus folgender Tafel ersehen. Die Angaben sind wegen der Würkung der Wärme auf das Quecksilber nach den Anzeigen der zugehörigen Thermometer berichtigt: und geben also blos die Wirkung der Flüßigkeit an.

Tafel

über die Beobachtungen zweyer Hygrometer, des einen im Schatten, des andern an der Sonne, nebst den zugehörigen Thermometern, am 13 Sept. 1772.

	Stunde	Therm. im Schatten	Hygr. im Schatten	Hygr. an der Sonne	Therm. an der Sonne
Das Barom. auf 27 Zoll 1 Lin. Die Sonne scheint noch nicht in dem Garten.	7	8	29	$36\frac{1}{2}$	8
Die Sonne scheint seit einer Viertelstunde auf Hygr. und Therm.	$7\frac{1}{2}$	$11\frac{3}{4}$	$36\frac{1}{2}$	$66\frac{1}{2}$	12
	8	$12\frac{1}{4}$	$43\frac{1}{2}$	82	$12\frac{1}{2}$
	9	13	67	102	$13\frac{1}{2}$
	10	$14\frac{1}{2}$	$76\frac{1}{2}$	109	$15\frac{1}{2}$
	11	15	$87\frac{1}{2}$	116	$16\frac{3}{4}$
	12	$15\frac{1}{2}$	$96\frac{1}{2}$	$120\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{4}$

	Stunden	Therm. im Schatten	Hygr. im Schatten	Hygr. an der Sonne	Therm. an der Sonne
Verdichtete Dünste in der Luft schwächen die Würkung der Sonne	1	$16\frac{3}{4}$	103	126	18
	2	$16\frac{1}{4}$	103	125	$17\frac{3}{4}$
Das Barom. auf 27 Zoll. Es erhebt sich ein Südwind	3	$16\frac{3}{4}$	$102\frac{1}{2}$	123	$17\frac{1}{4}$
Es entstehen Wolken	4	$15\frac{3}{4}$	107	133	16
Die Wolken ziehen sich zusammen und verbergen die Sonne	5	$13\frac{1}{4}$	$88\frac{1}{2}$	106	13
Die Sonne ist untergegangen, und der Himmel ganz bedeckt	6	12	$64\frac{1}{2}$	81	12
Das Barom. auf 26 Zoll 11 Lin.	7	$11\frac{1}{4}$	50	65	$11\frac{1}{4}$
	8	11	37	50	11
Die Wolken zertheilen sich und es fängt an, auf die Pflanzen zu thauen	9	$10\frac{3}{4}$	31	41	$10\frac{3}{4}$
	10	$10\frac{1}{2}$	24	35	$10\frac{1}{2}$
	11	10	$20\frac{1}{2}$	$26\frac{1}{2}$	10
Die Wolken haben sich wieder zusammengezogen	12	$10\frac{1}{2}$	$24\frac{1}{2}$	$28\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$
	1	$11\frac{1}{4}$	23	27	$11\frac{1}{4}$
Es fängt an zu regnen	2	$11\frac{1}{2}$	27	32	$11\frac{1}{2}$

Der

Der erste merkwürdige Umstand bey diesen Beobachtungen ist die Verschiedenheit in dem Fallen der beyden Hygrometer, die sich äußerte, sobald sie der Luft ausgesetzt waren, und noch ehe die Sonne den Garten beschien. Sie fielen beyde schnell, aber das eine blieb doch im Vergleich mit dem andern um $7\frac{1}{2}$ Grad zurück. Eine Ursache dieser Ungleichheit lag wahrscheinlich in den Werkzeugen, und bestand in einer ungleichen Empfindlichkeit gegen die Einwürkungen des Humors. Man findet einen ähnlichen Unterschied an Thermometern, die, selbst wenn sie gleiche Volumina von flüßiger Materie enthalten, dennoch mehr oder weniger empfindlich gegen die Einwürkungen der Wärme sind; d. h. den Grad der Wärme, in der sie sich befinden, schneller oder langsamer, nach der verschiedenen Dicke oder Beschaffenheit des Glases ihrer Kugel, annehmen. Eben so konnte die verschiedene Dicke oder Porosität des Elfenbeins bey Hrn. de Lüc's Beobachtungen auf den Gang seiner Hygrometer gewürkt haben.

Man kann auch die vorhergehenden Beobachtungen mit denen auf den Bergen von Sixt vergleichen, um desto beßer von der Verhältniß der Grade der Feuchtigkeit in den obern und untern Theilen der Atmosphäre urtheilen zu können. Auf dem Gipfel des Buet stieg das Hygrometer im Schatten auf $132\frac{1}{2}$ und war noch nicht auf den Punkt seines Stillstandes gekommen. Dies ist ungefähr eben der größte Grad der Trockenheit, den das der Sonne ausgesetzte Hygrometer im Garten erreichte.

Aber noch weit größer war der Unterschied zwischen den Beobachtungen auf den Bergen bey Sixt und den letztern nach Sonnenuntergang. Am 30ten August beobachtete Hr. de Lüc sein Hygrometer außer

der Hütte auf dem Berge auf 10½ Uhr und fand es auf 123, am 13. Sept. Darauf stand es in der Pläne um 9 Uhr nur auf 31, und um 10 Uhr auf 24; bey beiden Beobachtungen wehete der Südwind und die absolute Barometerhöhe war beinahe die nämliche. Zwar konnten, der Gleichheit so vieler Umstände ungeachtet, diese Beobachtungen doch nicht unmittelbar verglichen werden, weil sich doch noch in andern Umständen viele Verschiedenheit fand. Denn fürs erste kann ein Unterschied von 14 Tagen in dieser Jahrszeit schon eine merkliche Veränderung im Zustande der Luft hervorbringen: die Wärme z. B. war schon merklich verschieden; sie war 13¾ bey der Beobachtung auf dem Berge und nur 10 bey der in der Pläne. Ueberdies findet sich allezeit in dieser Stunde der Nacht ein wesentlicher Unterschied zwischen den obern und untern Theilen der Atmosphäre. Denn wenn sie auch den Tag über einerley Grad der Feuchtigkeit gehabt hätten; so müssen doch die Dünste, wenn sie sich nach Sonnenuntergang verdichten und in eine Art von Thau verwandlen, herabsinken, und schon darum in den untern Theilen der Atmosphäre häufiger als in den obern werden. Dennoch aber war der Unterschied, den Hr. de Lüc hier beobachtete, so groß, daß er aller dieser besondern Ursachen ungeachtet die vermuthete darin zu finden glaubte, daß die Feuchtigkeit in den obern Theilen der Atmosphäre geringer als in den untern sey.

Herr de Lüc hat nachher noch sehr viele andere Versuche und Beobachtungen über die Hygrometrie angestellt; besonders zur Vergleichung des Ganges seines Hygrometers mit dem Gang des Saussürischen *).

Der

*) Idées sur la météorologie. Tom. I. Sect. I. Chap. 3.

Der erste Versuch, den er erzählt, ward im Jahr 1785 vom 14ten bis 15ten October angestellt. Die beyden Hygrometer blieben in dieser Zeit unter der feuchten Glocke mit einem Thermometer. Die Glocke wurde während den Beobachtungen, die sehr zahlreich waren, fast jede Viertelstunde angefeuchtet. Die Beobachtungen, wobey merkliche Veränderungen in der Wärme vorgingen, waren folgende.

	Saußüre Hygrom.	Sein Gang zur Feuchth.	de Lüc's Hygrom.	Sein Gang zur Feuchth.	Fahrenh. Thermomet.
Den 14. Die Hygrometer standen unter dem noch nicht feucht. Appar.	91,0	— —	64,6	— —	64°
10h 15' Wasser zugegossen, und die Glocke befeucht.		+ 10,0	— —	+ 15,4	
20'	101,0	— 2,0	80	+ 7,3	63½
11h	99,0	+ 0,1	87,3	+ 4,0	63½
2,15'	99,1	— 1,8	91,3	+ 4,7	64
11,15'	97,3	— 0,4	96,0	0	60½
Den 15. vor d. Befeucht.					
6h 45' M.	97,7	— 0,1	96,0	0	56
Befeuchtet					
7,0	97,6	+ 0,3	96,0	— 4,0	56½
2,0 S.	97,9	+ 0,1	92,0	+ 4,6	68
Den 16. vor d. Befeucht.					
6,30 M.	98,0	— 0,7	96,6	0	55½

	Saussüre Hygrom.	Sein Gang zur Feuchth.	de Lüc's Hygrom.	Sein Gang zur Feuchth.	Fahrenheit. Thermom.
Befeucht.					
6,45	97,3	+ 0,1	96,6	— 2,3	56
11,30	37,4	— 12,9	94,3	— 26,0	69½
unter der Glocke weggenommen					
1,30 S.	84,5	— —	68,3	— —	61½

Folgendes ist noch eine zweyte Reihe unter der feuchten Glocke verglichener Versuche, die aus Hrn. de Lüc's Tagebuch vom 7ten bis 14ten Jan. 1786 gezogen ist, in welcher Zeit die Instrumente unter der Glocke blieben, die gewöhnlich in einem nicht geheitzten Zimmer war, zuweilen aber in das benachbarte geheitzte Zimmer gebracht wurde. Während aller dieser Beobachtungen, außer im Anfange, wurde die Glocke sorgfältig feucht erhalten.

	Saußüre Hygrom.	Sein Gang zur Feuchth.	de Lüc's Hygrom.	Sein Gang zur Feuchth.	Fahrenheit. Thermom.
Den 7. ehe Waßer zugegeben wurde					
1ʰ 48′	84,7	— —	61,8	— —	56½
Es wurde nur Waßer ins Gefäß gethan, ohne die Glocke zu befeuchten		+ 8,8	— —	+ 5,5	
2ʰ 30′	93,5	+ 4,8	67,3	+ 13,7	53½
6ʰ 30	98,3	— 0,3	81,0	— 1,0	49½
11,00	98	+ 0,3	80,0	+ 0,6	48½

Saußür-

	Saußüre Hygrom.	Sein Gang zur Feuchth.	de Lüc's Hygrom.	Sein Gang zur Feuchth.	Fahrenheit. Thermom.
Den 8, 9, 00 M.	98,3	— —	80,6	— —	45½
Mittag 10'. Die Seiten d. Flasche benetzt, und damit fortgefahren		+ 1,0	—	+ 6,3	
0,15'	99,3	— 0,9	87,3	+ 2,3	52
0,22'	98,4	— 0,4	89,0	+ 1,0	52
0,38	96,7	— 0,1	94,0	+ 3,3	49
11,00	96,6	0	97,3	0	45½
Den 9. vor dem Befeuchten					
7,30' M.	96,6	— 0,4	97,3	0	47
Befeucht. u. damit fortgefahren					
8,5	96,2	+ 1,2	97,3	— 12,0	51½
10,35	97,4	— 1,2	85,3	+ 12,7	68
5,40 S.	96,2	— 0,2	98,0	— 0,2	51
Den 10. ohne zu bef.					
8^h 20'	96,0	— —	98,2	— —	47
Befeuchtet rc.	— —	0	—	0	
10,40	96,0	+ 0,8	98,2	— 9,2	50
11,35	96,8	+ 0,2	89,0	— 7,0	69
Mittag 25	97,0	0	82,0	— 4,0	65½
2,30	97,0	+ 0,5	78,0	+ 3,3	69
00,45	97,5	— 0,7	81,3	+ 16,1	63½
11,00	96,8		97,4		45½

Aus diesen Beobachtungen sieht man, werden die correspondirenden Gänge der beyden Hygrometer durch die beträchtlichsten Veränderungen der Temperatur gezeigt. Alle andere Beobachtungen zeigen mehr oder weniger dieselben Ungleichheiten, sowohl, was diese Gänge betrifft, als ihr Verhältniß mit der Temperatur. Man sieht auch aus diesem Auszug, wie Hr. v. Saussüre sich bey dem Grade der Feuchtheit, den dieser Apparat hervorbringt, und seinem Verhalten gegen die Temperatur irren konnte, da die größte Ausdehnung seiner Veränderungen nur 3, 3; der de Lüc'sche aber 20, 2 war: außerdem war der Gang der kleinen Veränderungen seines Hygrometers, fast immer mit den großen Veränderungen des de Lüc'schen in Widerspruch, welches ihn noch mehr verleiten mußte.

Um zu wißen, bis auf welchen Punkt das Saussürische Hygrometer der würklichen größten Feuchtheit entsprach, setzte er es mehreremal den Nebeln aus, nebst den seinigen, das dadurch beständig genau auf 100 kam. Hier ist einer von den Versuchen, wo er zwey Saußürische Hygrometer, sein eignes, und eines, das er von Hr. George Adams lieh, gebrauchte. Die Beobachtung geschah den letzten 15 Jan. Sobald er diese beyden Hygrometer aus seinem Fenster hing, um $8^h 20'$ des Morgens, gingen beyde etwa 1° über die größte Feuchtheit, hernach gingen sie zurück. Die Beobachtungen waren folgende:

de

	de Lüc's Saußür. Hygr.	Sein Gang	Von Adams	Sein Gang	Das de Lüc'sche	Sein Gang	Thermometer
8,25	98,0		99,1		98,3		34
		− 1,0		− 0,6		+ 1,3	
0,32	97,0		98,4		99,6		33½
		− 0,8		− 0,2		+ 0,4	
0,47	96,5		98,2		100,0		33½
		− 0,2		− 0,3		0	
9,22	96,3		97,9		100,0		34
		− 0,2		− 0,2		0	
10,22	96,1		97,7		100,0		34
		− 0,1		+ 0		0	
Mittag	96,0		97,7		100,0		35

Es schien also, daß der Punkt der größten würklichen Feuchtheit am Saußürischen Hygrometer nicht der Punkt der größten Verlängerung des Haares sey; so wie der Punkt des schmelzenden Eises am Wasserthermometer nicht der Grad der größten Verdichtung dieser Flüßigkeit ist.

Außer dem Rückgehen, welches zu dem endlichen Gange dieses Hygrometers gehört, und sich beym Annähern an die größte Feuchtheit zeigt, so wie es sich beym Waßer, im Annähern an sein Gefrieren, äußert, bemerkt man bey allen seinen Bewegungen, wenn sie sehr schnell sind, ein zweytes Rückgehen, und dies rührt daher, daß die Verlängerung der Fasern bereitwilliger geschieht, als die Erweiterung der Maschen, wenn die Feuchtheit zunimmt, und eben so die Verkürzung der Fasern eher als die Verengung der Maschen, wenn die Feuchtheit abnimmt; wenn nun die Veränderungen der Feuchtheit plötzlich geschehen, so giebt dies diesem Hygrometer einen zitternden Gang.

Hr. de Luc begnügte sich mit diesen Versuchen noch lange nicht, sondern er fuhr fort durch neue entscheidendere Beobachtungen seine hygrologische Theorie immer mehr und mehr zu begründen und außer Zweifel zu setzen. In der schon im Jahr 1773 der Londner Königl. Societät vorgelegten Abhandlung hatte er folgende Fundamentalsätze für die Einrichtung der Hygrometer aufgestellt. 1) Das Feuer, als die Ursache der Hitze betrachtet, ist das einzige Wirkungsmittel, durch welches absolute Trockniß unmittelbarer Weise hervorgebracht werden kann. 2) Das Waßer in seinem tropfbar flüßigen Zustand ist das einzig sichere Mittel, in hygroskopischen Körpern die äußerste Gränze der Feuchtigkeit unmittelbarer Weise hervorzubringen. 3) Es giebt keinen Grund a priori von irgend einer hygroskopischen Substanz zu erwarten, daß die durch Feuchtigkeit darin hervorgebrachten meßbaren Wirkungen den Intensitäten dieser Ursachen proportional wären. 4) Vielleicht leiten die comparativen Veränderungen der Ausdehnungen einer Substanz oder des Gewichts dieser oder anderer Substanzen durch einerley Abwechselungen der Feuchtigkeit zu einiger Entdeckung in dieser Rücksicht. Eben diese Sätze sind auch der Gegenstand zweyer Abhandlungen, welche sich in den Philosophical Transactions for the year 1791 Vol. LXXXI befinden. Da ich doch nur einen gedrängten Auszug aus diesen vortrefflichen Abhandlungen den Lesern mittheilen könnte; so glaube ich vollkommen Recht zu haben, sie zu bitten, sie lieber ganz durchzustudiren, da man davon auch eine Uebersetzung in Herrn Gren's Journal der Physik 5ter Band p. 279 u. f. finden.

Das

Das Goldschlägerhäutchen-Hygrometer des Pater Joh. Baptist von Vicenza.

Dies Hygrometer besteht in einem Streif von Goldschlägerblase, der fast eben so wie das Haar bey de Saußüre angebracht wird. Er scheint daher auf dieses nicht ungeschickte Hygrometer durch das Saußürische geleitet worden zu seyn. Auch bedient er sich eben der Methode, den Punkt der Näße zu bestimmen; den zweyten festen Punkt hingegen sucht er durch Aussetzung des Instruments an eine bis 50 Grad nach Reaumür erhitzte Luft in einem verschloßenen Gefäße; so glaubte er ein beßeres und wohlfeileres Instrument als Saußüre zu erhalten.

Bey der Verfertigung dieses Instruments verfuhr er übrigens auf folgende Art. Er schnitt aus einem sogenannten Goldhäutchen ein langes Bändchen, befestigte ein Ende deßelben an dem metallenen Rand des Hygrometers, das andere aber an einer kleinen Rolle, die einen 60 Gran schweren Zeiger trug. Den äußersten Punkt der Feuchtigkeit bestimmte er unter einer gläsernen Glocke, der Trockenheit aber, durch einen kleinen Ofen, welchen er erhitzte, bis das Thermometer auf 50 Grad stand, und einige Zeit in dieser Hitze erhielt, hierauf stellte er das Hygrometer hinein, und verschloß den Ofen. Auf diese Art, behauptet er, zwar nicht den größten, aber doch einen unveränderlichen Grad der Trockenheit zu erhalten, woran aber doch sehr zu zweifeln ist.

Der Hauptvorzug dieses Hygrometers ist den Umständen seines Erfinders angemeßen, daß es sehr wohlfeil ist. Um 5 venetianische Lire oder einen deutschen Gulden würde es sich doch schwerlich, wie er vorgiebt, verschaffen laßen.

Er

dem schönsten Wetter erfolgte, stand doch um 10¾ Uhr des Abends, außer der Hütte, das Hygrometer auf 123, wobey das Thermometer 13¾ Grad zeigte. Beyde fielen die Nacht über, und da sie am Morgen aufbrachen, ward das erste auf 109, das letztere auf Grad gefunden.

Bey den letztern beyden Beobachtungen hatte das Hygrometer lange an freyer Luft gestanden, und also Zeit genug gehabt, sich vollkommen nach dem Grade der Feuchtigkeit, der daselbst herrschte, zu stellen; aber diese Zeit fehlte gerade bey den wichtigsten Beobachtungen, die er am genausten anzustellen gewünscht hätte. Das Hygrometer war in des Hrn. de Lüc's Barometerfutteral verschloßen; er hätte also dieses so lang offen halten müßen, bis sich das Werkzeug nach dem Zustande der Luft hätte bequemen können: und doch konnte er nicht viel Zeit auf diese Beobachtungen verwenden.

Die erste machten sie früh um 9 Uhr, ungefähr 1000 Toisen über der Pläne. Der Himmel schien heiter, die Pläne aber ward von Dünsten verdeckt: das Thermometer stand an der Sonne auf 13¾, das Hygrometer im Schatten stieg auf 115.

Erst um zwey Uhr des Nachmittags erstiegen sie den Gipfel dieses Bergs, der stets mit einer ungeheuren Menge von Schnee und Eis bedeckt bleibt. Sie empfanden daselbst einen sehr starken Südwind, und obgleich dieser in jenen Plänen der wärmste Wind ist, und es eben fast die wärmste Tagesstunde war, so stand doch das Thermometer an der Sonne nur auf 6 Grad. Die Heftigkeit des Windes trieb sie nach einer Viertelstunde von diesem Gipfel wieder herab. Während dieser Zeit war das Hygrometer nur bis 119 gestiegen,

gen, sie konnten aber schliessen, daß es noch nicht den Punkt seines Stillstehens erreicht habe.

Sie verließen den Gipfel um 2¼ Uhr, um sich hinter den Felsen, etwa 50 Toisen tiefer, vor dem Wind zu schützen. An diesem Orte blieben sie etwa eine Stunde lang; das Hygrometer stieg an der freyen Luft, aber stets im Schatten, nach und nach bis 132½, und würde vermuthlich noch höher gestiegen seyn, wenn sie nicht, um vor Einbruch der Nacht ihre Hütten zu erreichen, diese Gegenden hätten verlaßen müßen.

Nach einem heftigen Sturm und unaufhörlichen Regen stand am andern Morgen das Hygrometer auf 105, das Thermometer auf 10; es regnete noch gegen Mittag, als sie zurückkamen, das Hygrometer stand auf 99, das ist 5 Grade höher als es bey der Abreise gestanden hatte, das Thermometer stand auf 14 Grade.

Hr. de Lüc vermuthete aus einigen zufälligen Bemerkungen, daß die unmittelbare Würkung der Sonne in seinen Hygrometern eine Trockenheit verursache, die nicht gänzlich dem Zustand der Luft in Absicht auf ihre Feuchtigkeit könne zugeschrieben werden, die vielmehr zum Theil von einer besondern Eigenschaft der Sonnenstrahlen herrühre, die wir in vielen Körpern Wirkungen hervorbringen sehen, welche man nach den gewöhnlichen Gesetzen der Wärme nicht erklären kann. Diese erste Bemerkung hatte ihn veranlaßt, das Hygrometer auf seiner Bergreise stets im Schatten zu beobachten; nach seiner Rückkehr aber ward er begierig, genauer zu wißen, ob seine Vermuthung einigen Grund habe.

Der erste Plan zu dieser Untersuchung war, zwey Hygrometer zugleich, das eine an der Sonne, das andere im Schatten zu beobachten, doch beyde sehr nahe bey einander, und freystehend, damit sie von ei-

nerley

nerley Luft umgeben wären. Die Landluft schien Hrn. de Lüc dazu weit schicklicher als die Stadtluft, und er dachte also zugleich, die Veränderungen der Feuchtigkeit in der freyen Luft einen ganzen Tag über zu beobachten.

Hr. de Lüc stellte am 13 Sept. 1772 Beobachtungen in einem Garten an, der an der Westseite eines Sees liegt, und von demselben nur durch einen anderen Garten und durch einige Gebäude getrennt wird. Er stellte daselbst zwey von seinen Hygrometern vollkommen frey auf; denn an dem einen befand sich nichts weiter, als eine an die Röhre befestigte Scale, und das andere stand an einem Brette, das längst des elfenbeinernen Cylinders sehr weit ausgeschnitten war. Sie waren $4\frac{1}{2}$ Schuh über der Erde, und einen Schuh weit von einander aufgehangen. Das Hygrometer ohne Brett ward durch eine Pappe, die etwa einen Schuh breit war, und einen Schuh weit abstand, vor der Sonne beschützt. Jedes Hygrometer hatte ein Thermometer mit freystehender Kugel bey sich.

Am Abend vor der Beobachtung stand in Hrn. de Lüc's Zimmer das eine Hygrometer auf 93, das andere auf $96\frac{1}{2}$. Diesen Unterschied zu berichtigen, nimt er an, er bleibe der Höhe proportional, und addirt zu der Höhe des Hygrometers, welches am niedrigsten steht, allzeit $\frac{1}{17}$, damit nur derjenige Theil übrig bleibe, den die verschiedene Einwürkung der Feuchtigkeit in beyde Werkzeuge verursacht. Dieses niedriger stehende Hygrometer beobachtete er ohne Brett im Schatten: es war daßelbe, das er auf den Bergen bey Sixt beobachtet hatte. Er hing beyde in dem erwähnten Garten früh um 6 Uhr auf: die Pflanzen waren mit Thau bedeckt, und die Sonne wollte eben aufgehen, konnte aber wegen einiger Gebäude gegen

Mor-

Morgen diesen Theil des Gartens nicht sogleich bescheinen. Sobald sie an die Luft kamen, fielen sie schnell, doch dasjenige am schnellsten, das ohne Brett war: sie fuhren auch beyde fort, zu fallen, als die Sonne im Garten erschien. Man wird ihr und der zugehörigen Thermometer Verhalten während 19 Stunden, aus folgender Tafel ersehen. Die Angaben sind wegen der Würkung der Wärme auf das Quecksilber nach den Anzeigen der zugehörigen Thermometer berichtigt: und geben also blos die Wirkung der Flüßigkeit an.

Tafel

über die Beobachtungen zweyer Hygrometer, des einen im Schatten, des andern an der Sonne, nebst den zugehörigen Thermometern, am 13 Sept. 1772.

	Stunde	Therm. im Schatten	Hygr. im Schatten	Hygr. in der Sonne	Therm. an der Sonne
Das Barom. auf 27 Zoll 1 Lin. Die Sonne scheint noch nicht in dem Garten.	7	8	29	$36\frac{1}{2}$	8
Die Sonne scheint seit einer Viertelstunde auf Hygr. und Therm.	$7\frac{1}{2}$	$11\frac{3}{4}$	$36\frac{1}{2}$	$66\frac{1}{2}$	12
	8	$12\frac{1}{4}$	$43\frac{1}{2}$	82	$12\frac{1}{2}$
	9	13	67	102	$13\frac{1}{2}$
	10	$14\frac{1}{2}$	$76\frac{1}{2}$	109	$15\frac{1}{2}$
	11	15	$87\frac{1}{2}$	116	$16\frac{3}{4}$
	12	$15\frac{1}{2}$	$96\frac{1}{2}$	$120\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{4}$

	Stunden	Therm. im Schatten	Hygr. im Schatten	Hygr. an der Sonne	Therm. an der Sonne
Verdichtete Dünste in der Luft schwächen die Würkung der Sonne	1	16¾	103	126	18
	2	16¼	103	125	17¾
Das Barom. auf 27 Zoll. Es erhebt sich ein Südwind	3	16¾	102½	123	17¼
Es entstehen Wolken	4	15¾	107	133	16
Die Wolken ziehen sich zusammen und verbergen die Sonne	5	13¼	88½	106	13
Die Sonne ist untergegangen, und der Himmel ganz bedeckt	6	12	64½	81	12
Das Barom. auf 26 Zoll 11 Lin.	7	11¼	50	65	11¼
Die Wolken zertheilen sich und es fängt an, auf die Pflanzen zu thauen	8	11	37	50	11
	9	10¾	31	41	10¾
	10	10½	24	35	10½
	11	10	20½	26½	10
Die Wolken haben sich wieder zusammengezogen	12	10½	24½	28½	10½
	1	11¼	23	27	11¼
Es fängt an zu regnen	2	11½	27	32	11½

Der

Der erste merkwürdige Umstand bey diesen Beobachtungen ist die Verschiedenheit in dem Fallen der beyden Hygrometer, die sich äußerte, sobald sie der Luft ausgesetzt waren, und noch ehe die Sonne den Garten beschien. Sie fielen beyde schnell, aber das eine blieb doch im Vergleich mit dem andern um $7\frac{1}{3}$ Grad zurück. Eine Ursache dieser Ungleichheit lag wahrscheinlich in den Werkzeugen, und bestand in einer ungleichen Empfindlichkeit gegen die Einwürkungen des Humors. Man findet einen ähnlichen Unterschied an Thermometern, die, selbst wenn sie gleiche Volumina von flüßiger Materie enthalten, dennoch mehr oder weniger empfindlich gegen die Einwürkungen der Wärme sind; d. h. den Grad der Wärme, in der sie sich befinden, schneller oder langsamer, nach der verschiedenen Dicke oder Beschaffenheit des Glases ihrer Kugel, annehmen. Eben so konnte die verschiedene Dicke oder Porosität des Elfenbeins bey Hrn. de Lüc's Beobachtungen auf den Gang seiner Hygrometer gewürkt haben.

Man kann auch die vorhergehenden Beobachtungen mit denen auf den Bergen von Sixt vergleichen, um desto beßer von der Verhältniß der Grade der Feuchtigkeit in den obern und untern Theilen der Atmosphäre urtheilen zu können. Auf dem Gipfel des Buet stieg das Hygrometer im Schatten auf $132\frac{1}{2}$ und war noch nicht auf den Punkt seines Stillstandes gekommen. Dies ist ungefähr eben der größte Grad der Trockenheit, den das der Sonne ausgesetzte Hygrometer im Garten erreichte.

Aber noch weit größer war der Unterschied zwischen den Beobachtungen auf den Bergen bey Sixt und den letztern nach Sonnenuntergang. Am 30ten August beobachtete Hr. de Lüc sein Hygrometer außer

der Hütte auf dem Berge auf 10¼ Uhr und fand es auf 123, am 13. Sept. Darauf stand es in der Pläne um 9 Uhr nur auf 31, und um 10 Uhr auf 24; bey beiden Beobachtungen wehete der Südwind und die absolute Barometerhöhe war beinahe die nämliche. Zwar konnten, der Gleichheit so vieler Umstände ungeachtet, diese Beobachtungen doch nicht unmittelbar verglichen werden, weil sich doch noch in andern Umständen viele Verschiedenheit fand. Denn fürs erste kann ein Unterschied von 14 Tagen in dieser Jahrszeit schon eine merkliche Veränderung im Zustande der Luft hervorbringen: die Wärme z. B. war schon merklich verschieden; sie war 13¾ bey der Beobachtung auf dem Berge und nur 10 bey der in der Pläne. Ueberdies findet sich allezeit in dieser Stunde der Nacht ein wesentlicher Unterschied zwischen den obern und untern Theilen der Atmosphäre. Denn wenn sie auch den Tag über einerley Grad der Feuchtigkeit gehabt hätten; so müssen doch die Dünste, wenn sie sich nach Sonnenuntergang verdichten und in eine Art von Thau verwandlen, herabsinken, und schon darum in den untern Theilen der Atmosphäre häufiger als in den obern werden. Dennoch aber war der Unterschied, den Hr. de Lüc hier beobachtete, so groß, daß er aller dieser besondern Ursachen ungeachtet die vermuthete darin zu finden glaubte, daß die Feuchtigkeit in den obern Theilen der Atmosphäre geringer als in den untern sey.

Herr de Lüc hat nachher noch sehr viele andere Versuche und Beobachtungen über die Hygrometrie angestellt, besonders zur Vergleichung des Ganges seines Hygrometers mit dem Gang des Saussürischen *).

Der

*) Idées sur la météorologie. Tom. I. Sect. I. chap. 3.

Der erste Versuch, den er erzählt, ward im Jahr 1785 vom 14ten bis 15ten October angestellt. Die beyden Hygrometer blieben in dieser Zeit unter der feuchten Glocke mit einem Thermometer. Die Glocke wurde während den Beobachtungen, die sehr zahlreich waren, fast jede Viertelstunde angefeuchtet. Die Beobachtungen, wobey merkliche Veränderungen in der Wärme vorgingen, waren folgende.

	Saussüre Hygrom.	Sein Gang zur Feuchtigk.	de Lüc's Hygrom.	Sein Gang zur Feuchtigk.	Fahrenh. Thermomet.
Den 14. Die Hygrometer standen unter dem noch nicht feucht. Appar.	91,0	— —	64,6	— —	64°
10^h 15' Wasser zugegossen, und die Glocke befeucht.		+ 10,0	— —	+ 15,4	
20'	101,0	— 2,0	80	+ 7,3	63½
11^h	99,0	+ 0,1	87,3	+ 4,0	63½
2,15'	99,1	— 1,8	91,3	+ 4,7	64
11,15'	97,3	— 0,4	96,0	0	60½
Den 15. vor d. Befeucht.					
6^h 45' M.	97,7	— 0,1	96,0	0	56
Befeuchtet					
7,0	97,6	+ 0,3	96,0	— 4,0	56½
2,0 S.	97,9	+ 0,1	92,0	+ 4,6	68
Den 16. vor d. Befeucht.					
6,30 M.	98,0	— 0,7	96,6	0	55½

	Saußüre Hygrom.	Sein Gang zur Feuchth.	de Lüc's Hygrom.	Sein Gang zur Feuchth.	Fahrenheit. Thermom.
Befeucht.					
6,45	97,3	+ 0,1	96,6	— 2,3	56
11,30	37,4	— 12,9	94,3	— 26,0	69½
unter der Glocke weggenommen					
1,30 S.	84,5	— —	68,3	— —	61½

Folgendes ist noch eine zweyte Reihe unter der feuchten Glocke verglichener Versuche, die aus Hrn. de Lüc's Tagebuch vom 7ten bis 14ten Jan. 1786 gezogen ist, in welcher Zeit die Instrumente unter der Glocke blieben, die gewöhnlich in einem nicht geheizten Zimmer war, zuweilen aber in das benachbarte, geheizte Zimmer gebracht wurde. Während aller dieser Beobachtungen, außer im Anfange, wurde die Glocke sorgfältig feucht erhalten.

	Saußüre Hygrom.	Sein Gang zur Feuchth.	de Lüc's Hygrom.	Sein Gang zur Feuchth.	Fahrenheit. Thermom.
Den 7. ehe Waßer zugegeben wurde					
1^h 48′	84,7	— —	61,8	— —	56½
Es wurde nur Waßer ins Gefäß gethan, ohne die Glocke zu befeuchten		+ 8,8	— —	+ 5,5	
2^h 30′	93,5	+ 4,8	67,3	+ 13,7	53½
6^h 30	98,3	— 0,3	81,0	— 1,0	49½
11,00	98	+ 0,3	80,0	+ 0,6	48½

Saußü-

	Saußüre Hygrom.	Sein Gang zur Feuchth.	de Lüc's Hygrom.	Sein Gang zur Feuchth.	Fahrenheit. Thermom.
Den 8, 9, 00 M.	98,3	— —	80,6	— —	45½
Mittag 10'. Die Seiten d. Flasche benetzt, und damit fortgefahren		+ 1,0	—	+ 6,3	
0,15'	99,3	— 0,9	87,3	+ 2,3	52
0,22'	98,4	— 0,4	89,0	+ 1,0	52
0,38	96,7	— 0,1	94,0	+ 3,3	49
11,00	96,6	0	97,3	0	45½
Den 9. vor dem Befeuchten					
7,30' M.	96,6	— 0,4	97,3	0	47
Befeucht. u. damit fortgefahren					
8,5	96,2	+ 1,2	97,3	— 12,0	51½
10,35	97,4	— 1,2	85,3	+ 12,7	68
5,40 S.	96,2	— 0,2	98,0	— 0,2	51
Den 10. ohne zu bef.					
8^h 20'	96,0	— —	98,2	— —	47
Befeuchtet rc	— —	0	—	0	
10,40	96,0	+ 0,8	98,2	— 9,2	50
11,35	96,8	+ 0,2	89,0	— 7,0	69
Mittag 25	97,0	0	82,0	— 4,0	65½
2,30	97,0	+ 0,5	78,0	+ 3,3	69
00,45	97,5	— 0,7	81,3	+ 16,1	63½
11,00	96,8		97,4		45½

Aus diesen Beobachtungen sieht man, werden die correspondirenden Gänge der beyden Hygrometer durch die beträchtlichsten Veränderungen der Temperatur gezeigt. Alle andere Beobachtungen zeigen mehr oder weniger dieselben Ungleichheiten, sowohl, was diese Gänge betrifft, als ihr Verhältniß mit der Temperatur. Man sieht auch aus diesem Auszug, wie Hr. v. Saußüre sich bey dem Grade der Feuchtheit, den dieser Apparat hervorbringt, und seinem Verhalten gegen die Temperatur irren konnte, da die größte Ausdehnung seiner Veränderungen nur 3, 3; der de Lüc'sche aber 20, 2 war: außerdem war der Gang der kleinen Veränderungen seines Hygrometers, fast immer mit den großen Veränderungen des de Lüc'schen in Widerspruch, welches ihn noch mehr verleiten mußte.

Um zu wißen, bis auf welchen Punkt das Saußürische Hygrometer der würklichen größten Feuchtheit entsprach, setzte er es mehreremal den Nebeln aus, nebst den seinigen, das dadurch beständig genau auf 100 kam. Hier ist einer von den Versuchen, wo er zwey Saußürische Hygrometer, sein eignes, und eines, das er von Hr. George Adams lieh, gebrauchte. Die Beobachtung geschah den letzten 15 Jan. Sobald er diese beyden Hygrometer aus seinem Fenster hing, um $8^h 20'$ des Morgens, gingen beyde etwa 1^0 über die größte Feuchtheit, hernach gingen sie zurück. Die Beobachtungen waren folgende:

de

	de Lüc's Saußür. Hygr.	Sein Gang	Von Adams	Sein Gang	Das de Lüc'sche	Sein Gang	Thermometer
8,25	98,0		99,1		98,3		34
		− 1,0		− 0,6		+ 1,3	
0,32	97,0		98,4		99,6		33½
		− 0,8		− 0,2		+ 0,4	
0,47	96,5		98,2		100,0		33½
		− 0,2		− 0,3		0	
9,22	96,3		97,9		100,0		34
		− 0,2		− 0,2		0	
10,22	96,1		97,7		100,0		34
		− 0,1		+ 0		0	
Mittag	96,0		97,7		100,0		35

Es schien also, daß der Punkt der größten würklichen Feuchtheit am Saußürischen Hygrometer nicht der Punkt der größten Verlängerung des Haares sey; so wie der Punkt des schmelzenden Eises am Wasserthermometer nicht der Grad der größten Verdichtung dieser Flüßigkeit ist.

Außer dem Rückgehen, welches zu dem endlichen Gange dieses Hygrometers gehört, und sich beym Annähern an die größte Feuchtheit zeigt, so wie es sich beym Waßer, im Annähern an sein Gefrieren, äußert, bemerkt man bey allen seinen Bewegungen, wenn sie sehr schnell sind, ein zweytes Rückgehen, und dies rührt daher, daß die Verlängerung der Fasern bereitwilliger geschieht, als die Erweiterung der Maschen, wenn die Feuchtheit zunimmt, und eben so die Verkürzung der Fasern eher als die Verengung der Maschen, wenn die Feuchtheit abnimmt; wenn nun die Veränderungen der Feuchtheit plötzlich geschehen, so giebt dies diesem Hygrometer einen zitternden Gang.

Hr. de Lüc begnügte sich mit diesen Versuchen noch lange nicht, sondern er fuhr fort durch neue entscheidendere Beobachtungen seine hygrologische Theorie immer mehr und mehr zu begründen und außer Zweifel zu setzen. In der schon im Jahr 1773 der Londner Königl. Societät vorgelegten Abhandlung hatte er folgende Fundamentalsätze für die Einrichtung der Hygrometer aufgestellt. 1) Das Feuer, als die Ursache der Hitze betrachtet, ist das einzige Wirkungsmittel, durch welches absolute Trockniß unmittelbarer Weise hervorgebracht werden kann. 2) Das Waßer in seinem tropfbar flüßigen Zustand ist das einzig sichere Mittel, in hygroskopischen Körpern die äußerste Gränze der Feuchtigkeit unmittelbarer Weise hervorzubringen. 3) Es giebt keinen Grund a priori von irgend einer hygroskopischen Substanz zu erwarten, daß die durch Feuchtigkeit darin hervorgebrachten meßbaren Wirkungen den Intensitäten dieser Ursachen proportional wären. 4) Vielleicht leiten die comparativen Veränderungen der Ausdehnungen einer Substanz oder des Gewichts dieser oder anderer Substanzen durch einerley Abwechselungen der Feuchtigkeit zu einiger Entdeckung in dieser Rücksicht. Eben diese Sätze sind auch der Gegenstand zweyer Abhandlungen, welche sich in den Philosophical Transactions for the year 1791 Vol. LXXXI befinden. Da ich doch nur einen gedrängten Auszug aus diesen vortrefflichen Abhandlungen den Lesern mittheilen könnte; so glaube ich vollkommen Recht zu haben, sie zu bitten, sie lieber ganz durchzustudiren, da man davon auch eine Uebersetzung in Herrn Gren's Journal der Physik 5ter Band p. 279 u. f. finden.

Das

Das Goldschlägerhäutchen-Hygrometer des Pater Joh. Baptist von Vicenza.

Dies Hygrometer besteht in einem Streif von Goldschlägerblase, der fast eben so wie das Haar bey de Saussüre angebracht wird. Er scheint daher auf dieses nicht ungeschickte Hygrometer durch das Saussürische geleitet worden zu seyn. Auch bedient er sich eben der Methode, den Punkt der Näße zu bestimmen; den zweyten festen Punkt hingegen sucht er durch Aussetzung des Instruments an eine bis 50 Grad nach Reaumür erhitzte Luft in einem verschloßenen Gefäße; so glaubte er ein beßeres und wohlfeileres Instrument als Saussüre zu erhalten.

Bey der Verfertigung dieses Instruments verfuhr er übrigens auf folgende Art. Er schnitt aus einem sogenannten Goldhäutchen ein langes Bändchen, befestigte ein Ende deßelben an dem metallenen Rand des Hygrometers, das andere aber an einer kleinen Rolle, die einen 60 Gran schweren Zeiger trug. Den äußersten Punkt der Feuchtigkeit bestimmte er unter einer gläsernen Glocke, der Trockenheit aber, durch einen kleinen Ofen, welchen er erhitzte, bis das Thermometer auf 50 Grad stand, und einige Zeit in dieser Hitze erhielt, hierauf stellte er das Hygrometer hinein, und verschloß den Ofen. Auf diese Art, behauptet er, zwar nicht den größten, aber doch einen unveränderlichen Grad der Trockenheit zu erhalten, woran aber doch sehr zu zweifeln ist.

Der Hauptvorzug dieses Hygrometers ist den Umständen seines Erfinders angemeßen, daß es sehr wohlfeil ist. Um 5 venetianische Lire oder einen deutschen Gulden würde es sich doch schwerlich, wie er vorgiebt, verschaffen laßen.

Er

Er rühmt ferner die Empfindsamkeit des Goldhäutchens. Ein 8 Zoll langes Bändchen soll schon große Veränderungen geben. Er beging aber einen großen Fehler, daß er seinem Zeiger kein Gegengewicht gab. Denn da der Zeiger wagerecht steht, wird das Goldhäutchen durch ein 60 Gran schweres Gewicht, da er 60 Grad hoch steht, durch ein Gewicht von 30 Gran, und da er senkrecht steht, wird es gar nicht angespannt. In dem Punkte der Trockenheit können die kleinsten Umstände große Verschiedenheiten verursachen, weil die Luft ihrer Feuchtigkeit nicht beraubt wird. Die Regelmäßigkeit der Bewegung scheint er selbst nicht untersucht zu haben. Das Goldhäutchen scheint keine lange Dauer zu versprechen, indem es sich, nachdem es öfters feucht geworden ist, sehr zu verändern, und den Insekten zur Speise zu dienen pflegt. Jedoch scheint dieses Hygrometer seiner Einfachheit wegen zu verdienen, daß man es näher untersuche und beßer bestimme.

Thoaldo und Chiminello.

Im Jahr 1783 gab die Churpfälzische Akademie der Wißenschaften zu Mannheim die Verfertigung harmonischer Hygrometer als Preisfrage auf. Diesen Preis erhielten die Herrn Thoaldo und Chiminello, Astronomen zu Padua; sie hatten über 4000 Versuche hierüber angestellt *).

Sie schlagen einen mit Quecksilber gefüllten Federkiel zum Hygrometer vor, bestimmen die größte Feuchtigkeit durch Einsenkung in Waßer und glauben einen

*) Ricerche sulla comparabilita dell' Igrometro, memoria del *Chiminello* . . . . che riporto un premio dell' acad. delle sc . . . . . . de Manheim . . . . 1783 . . . . . Traduzione dal francese, cavata dal giorn. encycl. di Vicenza. Vicenza 1785. 8. 81 S.

einen zweyten festen Punkt durch Aussetzung des Instruments an die Sonne bey einer mittlern Trockenheit der Atmosphäre und bey 25 Grad Temperatur nach Reaumür zu erhalten. Man sieht also, daß dieses Hygrometer mit dem des Herrn de Lüc völlig übereinkommt, welcher kleine Cylinder von Elfenbein mit Quecksilber füllte und eine Thermometerröhre an dieselbe befestigte, so daß das Quecksilber, da sich das Elfenbein zusammenzog, darin steigen konnte. Auch hatte er selbst schon, da er einsah, daß dies vielmehr ein Thermometer als Hygrometer sey, Gänsekiele vorgeschlagen.

Herr Anton Pilgram *) findet jedoch gegen diese Hygrometer einige Bedenklichkeiten. Denn erstlich scheint ihm der durch die Einsenkung des Hygrometers in das Waßer erhaltene Punkt nicht der Punkt der größten Feuchtigkeit zu seyn, denn das Waßer drückt den bis zur Dünne einer Blase geschabenen Kiel unstreitig mehr zusammen als die feuchte Luft. Folglich muß aus dem Kiele, bey der nämlichen Größe seiner Feuchtigkeit, mehr Quecksilber in die Röhre steigen, und also eine kleinere Feuchtigkeit angedeutet werden, da der Kiel in Waßer und da er in der feuchten Luft steht. Hr. Chiminello bekennt auch selbst, er habe beobachtet, daß seine Hygrometer in sehr feuchter Luft eine um mehrere Grade größere Feuchtigkeit anzeigten, als da sie 24 Stunden durch im Waßer standen.

Auch scheint der Punkt der Trockenheit, den Chiminello zur Grundlage seiner Theilung nimmt, sehr unbestimmt zu seyn. Nur dann erlaubt er diesen Punkt

*) Untersuchungen über das Wahrscheinliche der Wetterkunde durch vieljährige Beobachtungen. Zweyte Abtheilung. (Wien 1788) p. 573 u. f.

Punkt zu bestimmen, wenn ein anderes wie gewöhnlich eingetheiltes Federhygrometer die mittlere Feuchtigkeit der Luft anzeigt; alsdann will er, daß man das Hygrometer an die Sonne oder an ein Feuer so lange stelle, bis ein darneben stehendes Hygrometer auf 25 steht. Diese Hitze soll nun ununterbrochen erhalten werden vier Stunden lang, und der Punkt, auf dem das Hygrometer steht, soll, als der gesuchte sichere Punkt, der nicht zwar größten, aber einer zur Grundlage sichern Trockenheit angenommen werden.

Kann nicht das beste Hygrometer die mittlere Trockenheit anzeigen, sowohl da das Thermometer auf 4, als da es auf 24 steht? Im letztern Fall ist sie unstreitig weit mehr mit Dünsten als im ersten beladen. Wie kann man sich versprechen, daß sie deren gleich viele, in beiden Fällen bey der Hitze von 25 Graden in 4 Stunden werde fallen lassen? wo die übrigen Umstände gleich sind, müßen sich dort mehrere Dünste zeigen, wo wirklich mehrere vorhanden sind. Ein größerer Grad der Hitze beraubt die Luft ihrer Dünste nicht, sondern macht sie nur fähiger, dieselben aufzulösen; wenige Dünste aber lösen sich immer leichter als mehrere auf. Kann nicht in einem Fall die nämliche Hitze in 4 Stunden zuwegebringen, was sie im andern kaum in 6 Stunden vermag? —

Die von der Manheimer Akademie aufgegebene Frage lautete also: Invenire Hygrometrum comparabile, cujus puncta fixa et certa sint, et dum instrumentum conficitur sine magna difficultate determinari possint; cujus sensibilitas processu temporis notabiliter non mutetur; in quo effectus caloris et certa et facili regula subtrahi possit; cujus denique pretium non sit immodicum.

Chimi-

Chiminello fand bald, daß der Aufgabe auf zweyerley Art könne Genüge gethan werden: una d'inventare un Igrometro affatto nuovo, fornito delle quattro condizioni richieste; l'altra di scegliere frai tanti Igrometri già ritrovati un Igrometro riducibile alle medesime condizioni und daß dies auf die leztere Art am leichtesten geschehen könne.

Zu einem Anhange zu dieser Preisschrift, welcher sich in den Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti di Milano *) befindet, macht Chiminello noch einige Einwürfe gegen die Einrichtung des Saußürischen Haarhygrometers, die Bestimmung der festen Punkte und den Gang deßelben.

Benj. Franklin.

Dieser große Physiker schlägt einen Streif von Mahagonyholz zu einem Hygrometer vor. Eine nähere Nachricht davon theilt er in einem Briefe an Hrn. Nairne in London vom 13ten Nov. 1780 mit, welcher d. 28. Jenner 1786 in der Versammlung der Amerikanischen Societät zu Philadelphia vorgelesen ward *).

The qualities, sagt er, hitherto sought in a hygrometer, seem to have been an aptitude to receive humidity readily from a moist air, and to part with it as readily to a dry air. Different substances have been found to possess more or less of this quality, but when we shall have found the substance that has it

*) Tomo IX (In Milano 1786. 4) p. 33. Nuove sperienze, le quali confermano l'esistenza dell' effetto negativo o sia pirometrico del calore e insieme le regole di separarlo delle altezze apparenti dell' Igrometro.

*) S. Transact. of the American Society of Philadelphia Tom. II (Lond. 1786. 4) p. 51-56.

it in the greatest perfection, there will still remain some uncertainty in the conclusions to be drawn from the degree shown by the instrument, arising from the actual state of the instrument itself as to heat and cold. Thus, if two bottles or vessels of glass or metal being filled, the one with cold and the other with hot water, are brought into a room, the moisture of the air in the room will attach itself in quantities to the surface of the cold vessel, while if you actually wet the surface of the hot vessel, the moisture will immediately quit it, and be absorbed by the same air. And thus in a sudden change of the air from cold to warm, the instrument remaining longer cold may condense and absorb more moisture, and mark the air, as having become more humid than it is in reality, and the contrary in a change from warm to cold.

But if such a suddenly changing instrument could be freed from these imperfections, yet when the design is to discover the different degrees of humidity in the air of different countries, I apprehend the quick sensibility of the instrument to be rather a disadvantage; since, to draw the desired conclusions from it, a constant and frequent observation day and night in each country will be necessary for a year or years, and the mean of each different set of observations is to be found and determined. After all which some uncertainty will remain respecting the different degrees of exactitude with which different persons may have made and taken notes of their observations.

For these reasons, I apprehend that a substance which, though capable of being distended by moisture and contracted by dryness, is so slow in receiving and parting with its humidity that the frequent changes

ges in the atmosphere have not time to affect it sensibly, and which therefore should gradually take nearly the medium of all those changes and preserve it constantly, would be the most proper substance of which to make such an hygrometer. You may possibly remember, that in or about the year 1758, you made me a set of artificial magnets, six in number, each five and a half inches long, half an inch broad, and one eighth of an inch thick. These, with two pieces of soft iron, which together equalled one of the magnets, were inclosed in a little box of mahogany wood, the grain of which ran with, and not across, the length of the box; and the box was closed by a little shutter of the same wood, the grain of which ran across the box, and the ends of this shutting piece were levelled so as to fit and slide in a kind of dovetail groove, when the box was to be shut or opened.

I had been of opinion, that good mahogany wood was not affected by moisture so as to change its dimensions, and that it was always to be found as the tools of the workman left it. Indeed the difference at different times in the same country, is so small, as to be scarcely in a common way observable. Hence the box which was made so as to allow sufficient room for the magnets to slide out and in freely, and, when in, afforded them so much play that by shaking the box one could mak them strike the opposite sides alternative, continued in the same state all the time I remained in England, which was four years, without any apparent alteration. I left England in August 1762, and arrived at Philadelphia in October the same year. In a few weeks after my arrival, being desirous of showing your magnets,

to a philosophical friend, I found them so tight in the box, that it was with difficulty I got them out; and constantly during the two years I remained there, viz till November 1764, this difficulty of getting them out and in continued. The little shutter too, as wood does not shrink length ways of the grain, was found too long to enter its grooves, and not being used, was mislaid and lost; and I afterwards had another made that fitted.

In December 1764 I returned to England, and after some time I observed that my box was become full big enough for my magnets, and too wide for my new shutter, which was so much too short for its groves, that it was apt to fall out, and to make it keep in, I lengthened it by adding to each end a little coat of sealing wax.

I continued in England more than ten years, and during all that time after the first change, I perceived no alteration.

The magnets had the same freedom in their box, and the little shutter continued with the added sealing-wax to fit its grooves, till some weeks after my second return to America.

As I could not imagine any other cause for this change of dimensions in the box, when in the different countries, I concluded, first generally that the air of England was moister than that of America. And this I supposed an effect of its being an island, where every wind that blew must necessarily pass over some sea before it arrived, and of course lick up some vapour. I afterwards indeed doubted whether it might be just only so far as related to the city of London, where I resided; because there are many causes of moisture in the city air, which do not exist

exist to the same degree in the country, such as the brewers and dyers boiling caldrons, and the great number of pots and tea-ketles continually on the fire, sending forth abundance of vapour, and also the number of animals who by their breath continually increase it, to which may be added, that even the vast quantity of sea-coals burnt there, do in kindling discharge a great deal of moisture.

When I was in England, the last time, you also made for me a little achromatic pocket-telescope, the body was brass and it had a round case (I think of thin wood) covered with shagrin. All the while I remained in England, though possibly there might be some small changes in the dimensions of this case, I neither perceived nor suspected any. There was always comfortable room for the telescope to slip in and out. But soon after I arrived in America, which was in May 1775, the case became too small for the instrument, it was much difficulty and various contrivances, that I got it out, and I could never after get it in again, during my stay there, which was eighteen months. I brought it with me to Europe, but left the case as useless, imagining that I should find the continental air of France as dry as that of Pennsylvania, where my magnet-bow had also returned a second time to its narrowness, and pinched the pieces, as heretofore, obliging me too, to scrape the sealing-wax off the ends of the shutter.

I had not been long in France, before I was surprised to find, that my box was become as large as it had always been in England, the magnets entered and came out with the same freedom, and, when in, I could rattle them against its sides; this has continued to be the case without sensible variation.

 My

My habitation is out of Paris distant almost a league, so that the moist air of the city cannot be supposed to have much effect upon the box. I am on a high dry hill in a free air as likely to be dry as any air in France. Whence it seems probable, that the air of England in general may as well, as that of London, be moister than the air of America, since that of France is so, and in a part so distant from the sea.

Abbé Mann.

Dieser hat den Gedanken gehabt, die Feuchtigkeit der Luft durch die Größe der Wirkung der Elektrisirmaschienen abzumeßen *). Sein Princip ist:

"C'est une vérité universellement constatée qu'il y a une forte et une constante attraction entre le fluide electrique et l'eau ou tout autre corps humide, pour autant, qu'ils sont dans la sphère d'activité l'un de l'autre. Un air humide doit donc retenir fortement le fluide électrique repandu dans l'atmosphère et ne le laisser échapper pour se developper sur une machine électrique excitée, qu'en raison directe des degrés de sécheresse de cet air et en raison inverse de son plus grand ou moindre degré d'humidité. Der Vorschlag selbst ist so merkwürdig, daß wir uns dabey noch etwas länger verweilen müßen.

Tous ceux, sagt er, qui ont tant soit peu l'usage de manier une machine eléctrique, savent qu'elle produit beaucoup plus d'effet dans un tems sec, que dans un tems humide. Quand il regne un vent venant de l'Est au nord qui, chez nous, amene la sécheresse

*) Memorie sur un nouveau principe d'Hygrometrie par M. l'Abbé *Mann* in den Comment. Acad. Theodoro-Palat. Vol. VI. Classis Physica. Manuh. 1790. 4 maj. 4. p. 72. u. f.

reſſe ſoit en hiver ſoit en été, ou quand il gèle vivement, quelques tours de la machine font eclater et étinceller le feu avec une vivacité et une energie, qu'il eſt impoſſible d'en tirer dans un tems humide. Cette humidité augmente ſouvent au point qu'il eſt très-difficile d'en tirer la moindre etincelle de la meilleure machine électrique: mais enſuite, et ſans qu'on ait touché à cette machine pour changer ſon état, par le ſeul changement du tems vers la ſécheresſe, le fluide électrique commence de nouveau à s'y précipiter dès qu'on l'excite, et éclate comme auparavant à meſure que la ſécheresſe de l'air augmente. Celà prouve, il me ſemble, qu'il y a une correſpondence intime entre la quantité de développement du fluide électrique ſur la machine, et les degrés d'humidité ou de ſécheresſe de l'air au même moment. Si l'on veut vérifier cette obſervation dans toute ſon étendue dans un très-court eſpace de tems, l'on n'a que de choiſir un tems très-humide, où la machine electrique donne à peine une étincelle; et en fermant exactement la chambre, en ſécher l'air graduellement par le moyen du feu; l'on verra le dévéloppement de l'electricité ſur la machine augmenter avec la ſécheresſe de l'air de la chambre. Ou au contraire, ſi on choiſit un tems très-ſec pour cette expérience, quand la machine électrique donne des étincelles en plus grande abondance, l'on n'a que de faire évaporer de l'eau chaude graduellement dans la chambre exactement fermée, et l'on verra la quantité du dévéloppement du fluide électrique ſur la machine excitée au même degré, diminuer en raiſon que l'air approche de la ſaturation humide.

La ſenſibilité de la machine électrique, s'il m'eſt permis de m'exprimer ainſi, eſt ſi grande à cet égard,

 com-

comme tous les Physiciens le savent, que la simple transpiration de plusieurs personnes renfermées quelque tems dans une chambre où on l'agite, en diminue graduellement et à la fin très-notablement les effets. Ces observations génerales universellement connues, jointes à beaucoup d'autres du même genre que j'ai fait en détail pour ma propre satisfaction, m'ont premierement fait soupçonner, et m'ont en suite convaincu, qu'il y a un rapport constant et uniforme, et une correspondence parfaite entre les degrés de développement du fluide électrique sur une machine toujours entretenue en même état et excitée au même degré, et le degré de sécheresse ou d'humidité qui regne au même moment dans l'air du lieu où l'experience se fait.

Je me suis occupé depuis long tems et avec assiduité à vérifier ce principe par des experiences et des observations de plusieurs sortes. J'en ai fait la comparaison avec les effets de l'électrometre atmosphérique de Tiberius Cavallo qui se trouve décrit dans les transactions philosophiques de Londres, et que je m'étois procuré de-là pour cette fin, La correspondence y etoit; mais ce dernier instrument n'est ni assez sensible, ni capable d'une échelle de graduation assez distincte et assez étendue pour pouvoir tirer beaucoup de lumière dans cette comparaison.

Je compare journellement, et souvent cinq ou six fois par jour, le résultat de cette méthode de déterminer le degré de l'humidité de l'air avec l'hygrometre à plume envoyé par la société météorologique Palatine; la correspondence en général s'y trouve de même, mais les variations dans la quantité de dévéloppement du fluide électrique sur la machine toujours excitée au même degré, me paroissent bien plus sensi-

sensibles ainsi que bien plus subites, et j'ose dire qu'elles correspondent mieux avec tous les signes exterieurs d'humidité ou de sécheresse de l'atmosphère qui sont du ressort de nos sens; et tout le monde sait que ces signes naturels sont en très-grand nombre, ainsi que peu sujets à nous tromper. Je n'ai pas negligé non plus, de comparer cette méthode, avec plusieurs autres hygrometres de differents genres, je veux dire, tant de ceux qui agissent par la condensation et la précipitation des vapeurs, que de ceux qui le font par absorption de l'humidité, et jusqu'à présent je ne l'ai pas trouvé en défaut.

Je crois donc être fondé à l'avancer comme un principe certain, qu'une machine électrique restant en même état et excitée à un degré déterminé produit des effets variés dont la quantité est toujours en raison inverse de la quantité d'humidité de l'air où elle se trouve. Les résultats seront toujours les mêmes, si au lieu d'une plus forte attraction entre un air humide et le fluide électrique qu'entre un air sec et ce fluide, l'on suppose avec Sigaud de la Fond, qu'à mésure que l'atmosphère est plus chargée d'humidité, le conducteur et tous les corps qui communiquent avec lui, sont d'autant moins isolés, en sorte l'électricité qu'on leur communique par la machine, se transmet aux parties aqueuses de l'air ambiant qui les enveloppent, qui servent de canal ou de conducteur par lequel le fluide. électrique, qui vient de l'atmosphère à l'appareil, circule et retourne à même reservoir commun d'où il étoit venu. Dans l'une et l'autre supposition c'est toujours le degré de l'humidité de l'air qui détermine le degré du developpement du fluide electrique sur la machine.

Riché.

Das Haarhygrometer des Hrn. de Saußüre ward vom Mechanikus Riché in Paris *) so abgeändert, daß statt eines einzigen Haares deren acht mit einander verbunden wurden, die ihre Kräfte nach oben zu in einem Punkt vereinigen. Dadurch soll die Reibung des Zapfens, der den Zeiger trägt, beßer als durch ein einziges Haar überwunden werden; unstreitig aber wird auch das Instrument selbst verwickelter und verliert an Zuverläßigkeit seines Ganges. Jedoch fällt Hr. Sage das Urtheil: die Hygrometer, welche Herr Riché nach der Theorie des Herrn von Saußüre verfertigt, erfüllen nicht allein den Zweck, übereinstimmende Beobachtungen damit anstellen zu können: sondern haben vielleicht auch noch einigen Vortheil vor den gewöhnlichen voraus.

Das Riché'sche Hygrometer besteht, wie gesagt, aus 8 Haaren, wovon 2 und 2 am Ende eines kleinen Schnellbalkens (Wippe, bascule) A A (Fig. XXVII) befestigt sind. Dieser ist in der Mitte seiner Länge durchbohrt, und dreht sich an dieser Stelle um den Zapfen einer zweyten Bascüle B B (um deren andern Zapfen sich auf eine ähnliche Art eine dritte A A dreht). Die zweyte B B ist auch in der Mitte C C durchbohrt, um die Zapfen einer vierten Bascüle D aufzunehmen, die ebenfalls in ihrer Mitte durchbohrt ist, um eine kleine Achse durchzulaßen, um welche sie sich zwischen einer Art von Gabel drehen kann, die selbst wieder an eine Art von Bascüle in der Mitte befestigt ist (doch so daß sie sich an dieser Stelle hin und her bewegen kann), um durch eine Schraube E bewegt zu werden, wenn man das Instrument stellen will.

Wenn

*) Lettre de M. *Sage* à M. de la Metherie im Journ. de Phys. 1789. p. 58.

Wenn die acht Haare unten nur an einem und eben demselbigen Körper befestigt wären, so würden (da sie sich nicht auf gleiche Weise zusammenziehen und ausdehnen) diejenigen, welche schlaff sind, ohne Wirkung seyn, mitlerweile die gespannten alle nöthige Gewalt erlitten, um das Instrument in Gang zu setzen.

Die acht Haare vereinigen sich wieder nach oben zu, wo sie an ein Silberblättchen (lame d'argent), gebunden sind, das vermittelst eines kleinen Bandes F und durch eine Schraube in dem platten Einschnitt einer Rolle, von 4½ Linie im Halbmeßer, befestigt ist. Die Achse dieser Rolle ruht in einem Gehäuse, das durch ein kupfernes Band gebildet wird, welches durch zwey Schrauben an den beyden vertikalen Queerarmen des Kreises befestigt ist. An dem andern Ende dieser Achse ist ein Segment eines gezähnten Rades G, das 8 Linien im Halbmeßer und 36 Zähne hat, die nach dem Verhältniß von 180 Zähnen des Ganzen eingeschnitten sind. Diese Zähne greifen in ein Rad von 2½ Linie im Durchmeßer und von 30 Zähnen. Dies kleine Rad steht auf dem Ende der andern Achse, welche die Nadel trägt. Ueber eben diese Achse ist eine kleine Rolle befestigt, worin der Seidenfaden des Gegengewichts läuft, das 3½ Gran auf jedes Haar beträgt. Dies Gewicht hängt frey in der Röhre M, die in Form einer Zange zusammengelegt ist, und durch Hülfe einer Schraube geöfnet und geschloßen werden kann, wenn man das Gewicht fest oder frey machen will.

An dem 40sten Grade der Scheibe ist eine Zange N, um die Nadel zu befestigen, wenn man das Instrument transportiren will. In diesem Fall muß man

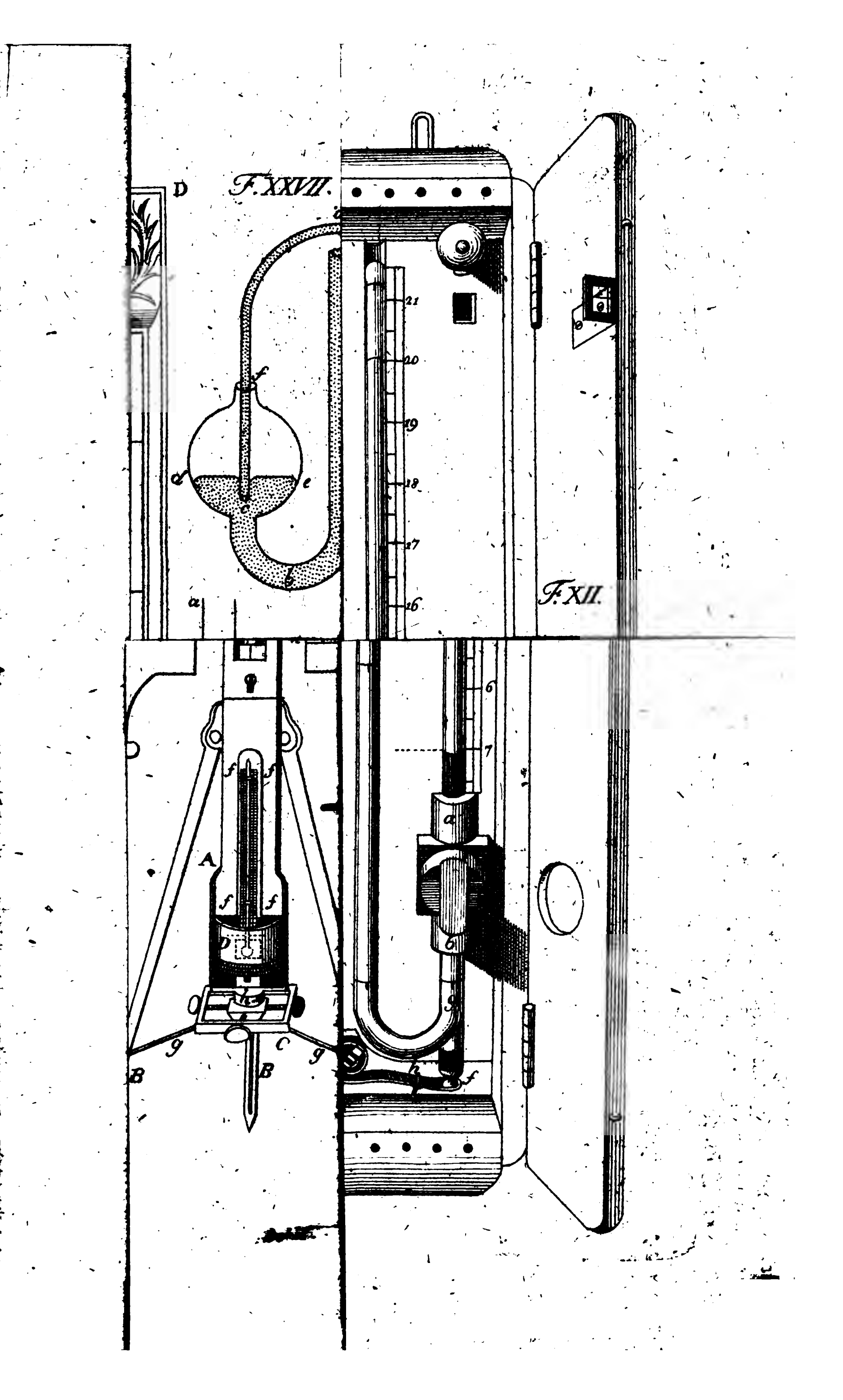
man erst die Nadel, und hernach das Gewicht fest machen.

Wenn man die Nadel frey machen will, so muß man erst das Gewicht loslaßen, und die Nadel halten, damit sie sich nicht zu heftig dreht. Bey großer Trockniß steht die Nadel des Hygrometers auf 38°, und in der größten Feuchtigkeit bey 100°.

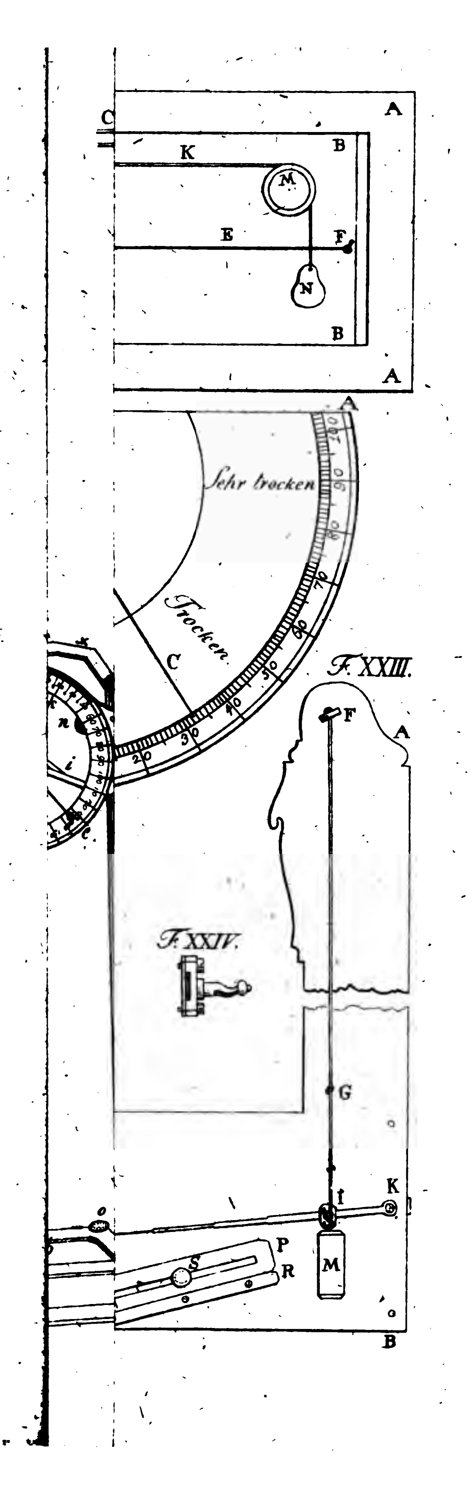
Der Vortheil des Hygrometers von Herrn Riché besteht darin, daß acht Haare, deren Kräfte in einem Punkt vereinigt sind, hinreichen, den Widerstand zu überwinden, welchen eine Nadel von 8 Gran an der Wand eines Loches verursachen kann, das den Zapfen der Nadel von ohngefähr $\frac{1}{3}$ Linie aufnimmt. Auch hat Hr. Riché ein Thermometer an das Hygrometer angebracht.

Nachricht an den Buchbinder.

Statt des Haupttitels: **Geschichte der Künste und Wissenschaften** u. s. w. wird als Haupttitel der bey der zweyten Hälfte dieses Buchs befindliche Titel: **Die wichtigsten Lehren der Physik** u. s. w. gebunden.



F. XXVII.
F. XII.



C
A
B
K
M
E
F
N
B
A
Sehr trocken
Trocken.
C
F. XXIII.
F
A
F. XXIV.
G
K
P
S
R
M
B

